
Entwicklung eines Evakuierungskonzeptes bei Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Kernkraftwerk anhand zweier Szenarien

Projektarbeit

im WS 2016/2017

im Modul *Rettungsingenieurwesen*

Bachelorstudiengang Rettungsingenieurwesen

Institut für Rettungsingenieurwesen und Gefahrenabwehr

Fakultät für Anlagen-, Energie- und Maschinensysteme

TH Köln – University of Applied Sciences

vorgelegt von:

Name: Dirks
Vorname: Wilko

Name: Pfaff
Vorname: Kevin

Gutachter: Dipl.-Ing. Thorsten Prein

Köln, im Dezember 2016

Technology
Arts Sciences
TH Köln

Abstract

Kevin Pfaff

Die Kraftwerksunglücke in Fukushima und Tschernobyl gelten wohl gemeinhin als Inbegriff für die Allgegenwärtigkeit der Gefahr eines kerntechnischen Unfalls mit schwerwiegenden Folgen für Mensch und Umwelt sowie einem tiefen Eingriff in die Wirtschaft und das öffentliche Leben. Kernschmelzen können die unterschiedlichsten Ursachen haben. Plötzlich finden physikalische Prozesse statt, die nicht mehr verhindert, sondern allerhöchstens herausgezögert werden können – die Arbeit der Behörden beginnt. Doch was wäre, wenn die Abstimmung zwischen den Entscheidungsträgern zu lange dauert, wenn die Katastrophenschutzpläne lückenhaft sind, eine rechtzeitige Bevölkerungswarnung ausbleibt, die Verkehrsträger mit der Aufnahme von Menschenmassen völlig überfordert sind oder sich die Aufnahmegebiete im Bereich der radioaktiven Wolke befinden?

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit eben diesen Themen und zeigt Problematiken im Evakuierungsablauf auf. Im Verlauf der Arbeit wird anhand des Standes der Wissenschaft und Technik sowie Referenzereignissen und zwei Fallbeispielen ein Evakuierungskonzept entwickelt, das neue Denkansätze in bestehende Konzepte einarbeitet. Die genaue Planung und Konzeptionierung von Evakuierungs- und Notfallmaßnahmen stehen daher unter Betrachtung der Unzulänglichkeiten und Defizite beim Krisenmanagement im Mittelpunkt dieser Arbeit. Unter Berücksichtigung der Empfehlungen der Strahlenschutzkommission, der AG Fukushima, des Bundestages sowie des Bundesamtes für Strahlenschutz werden Evakuierungsrouten entwickelt und die Verkehrsträger Straße, Schiene, Schifffahrt und Luftverkehr auf deren Tauglichkeit und Kapazität geprüft. Zudem wird erläutert, wie eine Zusammenarbeit zwischen den Entscheidungsträgern des Landes und der Katastrophenschutzbehörden in Form eines weisungsbefugten bundeseinheitlichen Führungsstabes gestaltet werden kann.

Nicht zuletzt gilt es, den Weg für ein zukünftig funktionierendes Krisenmanagement im Fall eines kerntechnischen Unfalls zu ebnen, eine fundierte internationale und grenzüberschreitende Planungsgrundlage zu bieten und notwendige Maßnahmen der Behörden und Ministerien für eine effektive Gefahrenabwehr und einen funktionsfähigen Evakuierungsablauf aufzuzeigen.

Inhaltsverzeichnis

Abstract	I
Abkürzungsverzeichnis	IV
Glossar	VI
1 Einleitung	1
1.1 Relevanz der Thematik	2
1.2 Definition der Gefahr	5
1.3 Forschungsfrage, Zielsetzung und Eingrenzung	9
1.4 Methodik	10
2 Stand von Wissenschaft und Technik	12
3 Referenzereignisse	15
4 Szenario	20
4.1 Auslösende Ereignisse	22
4.2 Szenario 1: Ländlicher Raum, Sommer	23
4.2.1 Auftretensort, räumliche Ausdehnung und betroffene Bevölkerung	23
4.2.2 Zeitpunkt	26
4.2.3 Intensität, Verlauf und Dauer	26
4.3 Szenario 2: Urbaner Raum, Winter	27
4.3.1 Auftretensort, räumliche Ausdehnung und betroffene Bevölkerung	27
4.3.2 Zeitpunkt	31
4.3.3 Intensität, Verlauf und Dauer	31
4.4 Vorhersagbarkeit, Vorwarnung und Kommunikation	32
4.5 Massenverhalten	34
4.6 Auswirkungen auf KRITIS/Versorgung	36
4.6.1 Sektor Energie	36
4.6.2 Sektor Transport und Verkehr	37
4.6.3 Sektor Gesundheit	40
4.6.4 Sektor Wasser	41
4.6.5 Sektor Ernährung	42
4.6.6 Sektor Staat und Verwaltung	42
5 Evakuierungskonzept	45
5.1 Evakuierungskonzepte der Literatur	46
5.2 Evakuierungszonen und Planungsgebiete	52
5.3 Kapazitätsberechnung der Evakuierungswege	57
5.3.1 Straßenverkehr	57
5.3.2 Schienenverkehr	61
5.3.3 Wasserverkehr	63

5.3.4	Luftverkehr	65
5.4	Führungsorganisation	66
5.4.1	Zusammensetzung	69
5.4.2	Prioritäten-Festlegung	73
5.5	Kommunikation	75
5.6	Information und Warnung der Bevölkerung	78
5.7	Sicherheit und Ordnung	80
5.8	Gliederung des Evakuierungsgebietes	82
5.9	Evakuierungsrouten	83
5.10	Transport und Verkehrsmanagement	85
5.10.1	Straßenverkehr	87
5.10.2	Schienenverkehr	92
5.10.3	Wasserverkehr	98
5.10.4	Luftverkehr	102
5.11	Aufnahmegebiete	104
6	Zusammenfassung und Ausblick	107
	Literaturverzeichnis	119
	Abbildungsverzeichnis	130
	Tabellenverzeichnis	132
	Anhang	i
	Anhang A – Allgemeines Material	ii
	Anhang A.1 – Allgemeine Beschreibung der INES- Klassifizierungsstufen	ii
	Anhang A.2 – Übersichtskarte deutscher Flughäfen	iii
	Anhang A.3 – Übersichtskarte der wichtigsten Standorte mit charakteristischer Luftwaffenpräsenz	iv
	Anhang B – Szenario	v
	Anhang B.1 – Szenario 1: Ländlicher Raum, Sommer	v
	Anhang B.2 – Szenario 2: Urbaner Raum, Winter	vi
	Eidesstattliche Erklärung	vii

Abkürzungsverzeichnis

AG	Arbeitsgruppe
AGBF	Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren
AKW	Atomkraftwerk
APAZ	Adaptive Protective Action Zone
AtG	Atomgesetz
BAG	Bundesamt für Güterverkehr
BBK	Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe
BMG	Bundesministerium für Gesundheit
BMI	Bundesministerium des Innern
BMUB	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit
BMVg	Bundesministerium der Verteidigung
BMVI	Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
ELAN	Elektronische Lagedarstellung für den Notfallschutz
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V.
GAU	Größter anzunehmender Unfall
GIS	Geoinformationssystem
GMLZ	Gemeinsames Melde- und Lagezentrum
GRS	Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit
HBS	Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen
IAEA	International Atomic Energy Agency
IDDRI	Institut du développement durable et des relations internationales
INES	International Nuclear and Radiological Event Scale
KKP-2	Kernkraftwerk Philippsburg 2
KKW	Kernkraftwerk

KRITIS	Kritische Infrastrukturen
KWG	Kernkraftwerk Grohnde
LTG	Lufttransportgeschwader
mSv	Millisievert
NINA	Notfall-Informationen- und Nachrichten-App
NISA	Nuclear and Industrial Safety Agency
NRC	Nuclear Regulatory Commission
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
RE	Rahmenempfehlung
SSK	Strahlenschutzkommission
Sv	Sievert
THW	Technisches Hilfswerk
UAG	Unterarbeitsgruppe
UdSSR	Union der Sozialistischen Sowjetrepubliken
VerkLG	Verkehrsleistungsgesetz
μSv	Mikrosievert

Glossar

Evakuierung

Evakuierung ist die organisierte Verlegung von Personen aus einem akut gefährdeten Bereich in ein sicheres Aufnahmegebiet, in dem sie vorübergehend untergebracht, betreut und gepflegt werden (AG Fukushima 2014, 6).

Räumung

Räumung ist das angeordnete kurzfristige oder unmittelbare Verlassen und Freimachen eines Gefahrenbereiches (Objektes oder Gebietes) bei akuter Gefahr (AG Fukushima 2014, 6).

1 Einleitung

Wilko Dirks

„[Tschernobyl] 27. April 1986, 11:00 Uhr:

Am zweiten Tag, 30 Stunden nach dem Unfall, treffen plötzlich 2700 Busse in der Stadt ein. Alle Menschen sollen evakuiert werden. Die Einwohner von Prypjat bekommen zwei Stunden Zeit, um ihre Sachen zu packen. Um Panik zu vermeiden, sagt ihnen keiner, wie schlimm die Lage wirklich ist.“
(Johnson und Weiss 2011)

Dieses Zitat über die Evakuierungsmaßnahmen nach dem Reaktorunfall im April 1986 in Tschernobyl zeigt, was geschieht, wenn keine Vorbereitungen von Katastrophenschutzmaßnahmen im Falle eines katastrophalen nuklearen Unfalls getroffen werden. Es werden stark verzögerte und unkoordinierte Maßnahmen ergriffen, die letztendlich Menschenleben gefährden.

Doch 30 Jahre nach dem Reaktorunfall in Tschernobyl und fünf Jahre nach der Kernschmelze in Fukushima sind etliche Maßnahmen im Bereich des atomaren Katastrophenschutzes getroffen worden. Doch wie wirksam sind diese wirklich?

Die vorliegende Arbeit entwickelt alternative Evakuierungsstrategien während der ersten Phase nach einem nuklearen Unfall und sollte als Anregung zum Überdenken bestehender Konzepte des atomaren Katastrophenschutzes verstanden werden. Dazu ist diese Arbeit freigelöst von bestehenden Strukturen. Es werden Hypothesen aufgestellt, die als neue Anregungen verstanden werden sollten und in bestehende Konzepte eingearbeitet werden können. In dieser Arbeit sind somit Vorschläge zur Evakuierung der Bevölkerung bei Freisetzung radioaktiver Stoffe aus einem Kernkraftwerk in ersten 24 Stunden nach dem auslösenden Ereignis zu finden.

1.1 Relevanz der Thematik

Wilko Dirks

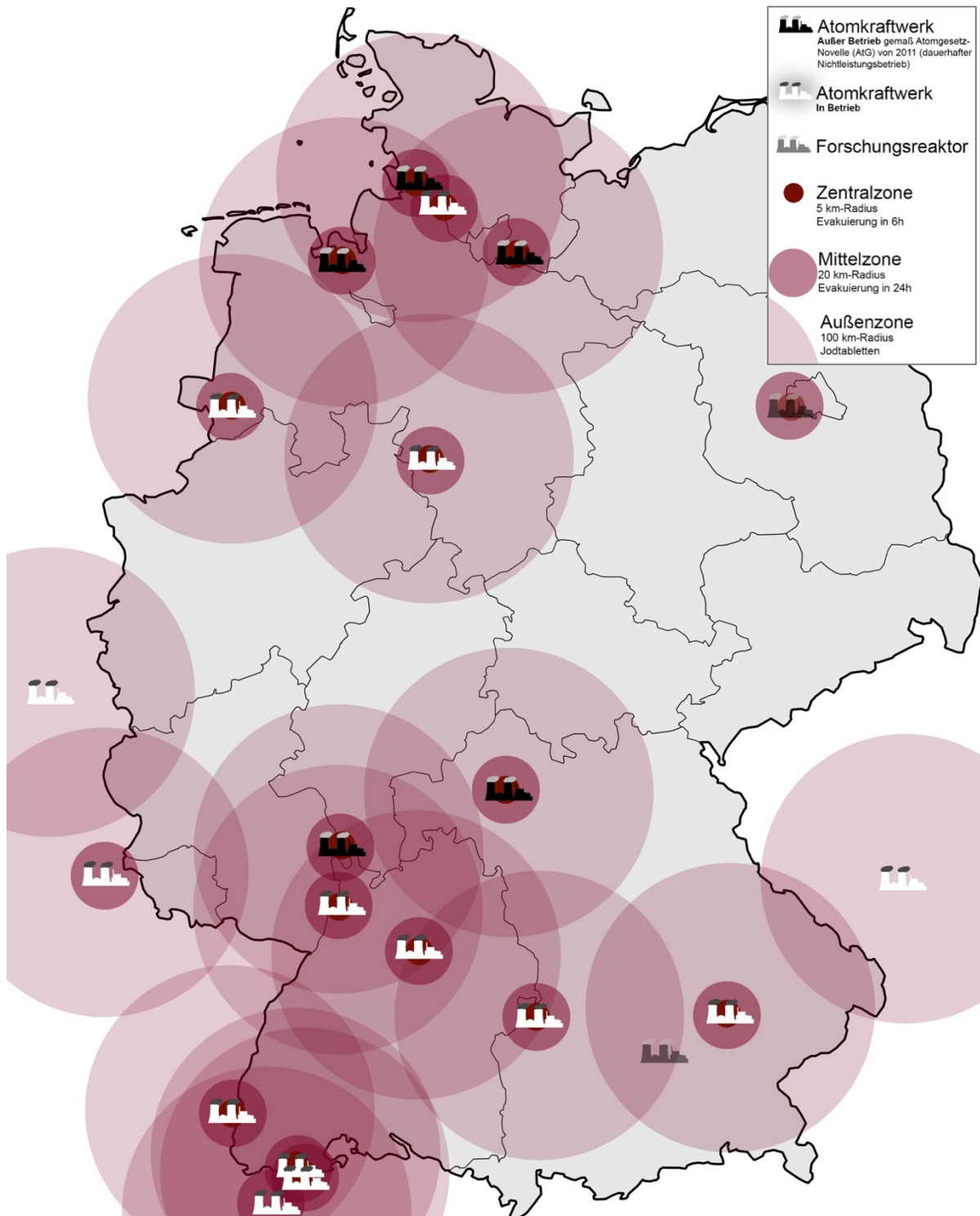


Abbildung 1-1: Atomkraftwerke in Betrieb und im dauerhaften Nichtleistungsbetrieb im deutschen Bundesgebiet und den angrenzenden Nachbarstaaten. Darstellung der verschiedenen Evakuierungszonen. Ohne Kraftwerke im Rückbau oder Endlager, etc. Stand: 10. Oktober 2016

Quelle: Eigene Darstellung, nach BMUB 2015 und Bundesamt für Strahlenschutz 2016a

Wie der Abbildung 1-1 auf der vorherigen Seite zu entnehmen ist, verfügt Deutschland zurzeit über acht Atomkraftwerke in Betrieb (BMUB 2015). Das Kraftwerk in Grundremmingen besteht hierbei aus zwei Anlagen. Dargestellt sind dabei alle Kernkraftwerke in Betrieb sowie außer Betrieb gemäß der Atomgesetz-Novelle (AtG) von 2011 (dauerhafter Nichtleistungsbetrieb). Letzteres bedeutet, „dass die Anlagen, die [...] nie wieder [in] Leistungsbetrieb [gehen werden], bis zur Erteilung einer entsprechenden Stilllegungs- und Abbaugenehmigung in einem Zustand gehalten werden müssen, der einen Betrieb, obwohl er nicht mehr zulässig ist, gleichwohl noch ermöglicht“ (Scheuten 2012, 158). Diese Kraftwerke sowie Forschungsreaktoren sind also deshalb ebenfalls noch in der Darstellung der Abbildung 1-1 vermerkt, da von ihnen stets eine Gefahr ausgeht, obwohl diese Anlagen keine Leistung mehr ins Netz einspeisen.

Auch die umliegenden Kernkraftwerke der angrenzenden Nachbarstaaten sind verzeichnet, da – wie die Abbildung 1-1 darstellt – von diesen ebenfalls eine Gefahr für das deutsche Bundesgebiet ausgehen kann.

Wolfram König (2011), Präsident des Bundesamtes für Strahlenschutz, verdeutlicht in einer Rede auf der Gedenkveranstaltung *Tschernobyl als europäische Herausforderung* zum 25. Jahrestag am 26. April 2011, dass das Restrisiko nicht hypothetisch sei, sondern eine reale Gefahr darstelle. Dies seien die Lehren aus Tschernobyl und Fukushima. Diese Katastrophen würden die Fehlbarkeit des Menschen aufzeigen, die Konsequenzen „aller möglichen Einwirkungen auf komplexe technische Anlagen umfassend abzuschätzen beziehungsweise Wechselwirkungen mit und innerhalb dieser Anlagen zutreffend einschätzen zu können“ (König 2011). König zu urteilen ist die Relevanz von Maßnahmen zur Notfallplanung bei Eintritt eines kerntechnischen Unfalls somit sehr hoch. Menschliche Fehlbarkeit kann jederzeit zu einem Ereignis führen, bei dem die Freisetzung radioaktiver Stoffe die Behörden zu Maßnahmen wie Evakuierungen zwingt.

Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit Barbara Hendricks macht zum 3. Jahrestag der Atomkatastrophe von Fukushima in einer Pressemitteilung deutlich, dass die „Ereignisse in Fukushima [...] 25 Jahre nach dem Reaktorunglück in Tschernobyl erneut die Risiken vor Augen [führen], die mit der Nutzung der Atomenergie verbunden sind – und dass das so genannte Restrisiko nicht nur ein rein theoretisches Risiko ist“ (Hendricks 2014). Eine Lehre aus Fukushima

sei, dass „Katastrophenschutzplanungen unabhängig von kerntechnischen Eintrittswahrscheinlichkeiten stattfinden müssen“ (Hendricks 2014). Ungeachtet der Wahrscheinlichkeiten für den Eintritt eines kerntechnischen Unfalls in Deutschland, müssen sofortige Katastrophenschutzpläne zur Verfügung stehen. Notfallplanungen zu Unfällen in Kernkraftwerken sind somit zwingend erforderlich und wie die Vergangenheit zeigt, unerlässlich. Der Schutz der Bevölkerung muss dabei oberste Priorität haben. Diese kann im unmittelbaren Umfeld des Kernkraftwerkes nur durch eine sofortige Evakuierung geschützt werden. Liegen keine Evakuierungspläne vor, kann keine zügige und koordinierte Evakuierung der Bevölkerung stattfinden, womit es zu einer großen Gefährdung der Betroffenen kommt. Die Planung und Konzeptionierung von Evakuierungsmaßnahmen stehen daher im Mittelpunkt dieser Arbeit. Wie eingangs erwähnt stellen die hypothetischen Gedankenansätze dieser Arbeit Anregungen zum Überdenken bestehender Katastrophenschutzkonzepte dar.

Zur Relevanz der Thematik dieser Arbeit lässt sich feststellen, dass Analysen der drei schwersten Reaktorunfälle in der Vergangenheit der zivilen Nutzung von Kernenergie deutlich machen, dass „staatliche[...] Stellen auch unter Berücksichtigung der Umstände ungenügend vorbereitet waren“ (Kuhlen 2014, 192). Es habe sich gezeigt, dass in Krisensituationen weder sachgerecht informiert wurde, noch, dass versucht wurde die Strahlenexposition der Bevölkerung sowie die radioaktive Kontamination so gering wie möglich zu halten. Laut Kuhlen (2014, 192) seien „Unzulänglichkeiten und Defizite beim Krisenmanagement“ festzustellen. Eine aktuelle Analyse des nationalen Notfallmanagements, ausgelöst durch die Erfahrungen der Ereignisse von Fukushima, führt zu dem Ergebnis, dass „die in Deutschland vorhanden[en] Strukturen und Zuständigkeiten staatlicher Stellen für die Bewältigung schwerer Kernkraftwerksunfälle nicht in allen Bereichen angemessen [sind] und ein nicht unerheblicher Verbesserungsbedarf besteht“ (Kuhlen 2014, 192).

1.2 Definition der Gefahr

Wilko Dirks

In der Vergangenheit der zivilen Nutzung von Kernenergie kam es zu Störungen, Störfällen sowie auch schweren Unfällen mit einer erheblichen Beeinträchtigung von Mensch und Umwelt. Die Ursachen sind dabei unterschiedlicher Natur. Menschliche Fehler, technisches Versagen, extreme Naturereignisse oder die immer größer werdende Bedrohung eines terroristischen Anschlages können die Primärursachen für einen kerntechnischen Unfall darstellen. Kommt es zu einem solchen Ereignis, so können radioaktive Stoffe in stark erhöhtem Umfang in die Umgebung freigesetzt werden. Dies hat Konsequenzen für die Gesundheit der Bevölkerung und die Umwelt (Deutscher Bundestag 2016, 32).

Zur Gefahr, die bei einer Freisetzung radioaktiver Stoffe entsteht, lässt sich Folgendes festhalten. Bei dem Zerfall radioaktiver Stoffe entsteht ionisierte Strahlung, welche eine gewisse Energiemenge in Form elektromagnetischer Wellen, auch als Gammastrahlung bekannt, oder als Teilchenstrom (Alpha-/Betastrahlung) transportiert. Im Vergleich zu sichtbarem Licht oder Wärmestrahlung ist der Energietransport dabei pro Photon weitaus höher. Physikalisch gesehen werden Atome oder Moleküle ohne äußere Einwirkung ionisiert, das heißt Elektronen lösen sich aus dem instabilen Atomkern (Radionuklid) und laden kurzfristig das verbliebene Atom oder Molekül elektrisch positiv. Man spricht im Rahmen des Kernzerfalls von Radioaktivität (Bundesamt für Strahlenschutz 2016c).

Es wird zwischen drei wesentlichen Gefährdungsarten bei radioaktiver Strahlung für Lebewesen unterschieden: Kontamination, Inkorporation sowie der äußeren Bestrahlung. Bei der Inkorporation spricht man von der Aufnahme gefährlicher Stoffe in den Körper, sowohl über Körperöffnungen als auch über verletzte und gesunde Haut. Kontamination bedeutet Oberflächenverunreinigung von Böden, Gegenständen, Gewässern und Lebewesen über Haut, Haar und Kleidung. Unter der gefährlichen Einwirkung von außen versteht man mechanische Energie, Druckwellen und Schall. Diese Einwirkungen werden bei Druckbehälterzerknallen und Explosionen freigesetzt (Ausschuss Feuerwehrangelegenheiten, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung 2012).

Alle drei genannten Strahlungsarten besitzen verschiedene Eigenschaften und haben durch Ionisationsvorgänge auch unterschiedliche Auswirkungen auf biologisches Gewebe. Es wird zwischen Alpha-, Beta- und Gammastrahlung differenziert, die auch in dieser Reihenfolge gefährlicher werden. Die Gamma-Strahlung, mit einer Reichweite von mehreren Kilometern, ist dabei für diese Arbeit am relevantesten, da von ihr die größte Gefahr für Mensch und Umwelt ausgeht.

Hinsichtlich der Symptome der Strahlenwirkung gibt es akute Strahlenschäden, Strahlenspätchäden und genetische Strahlenschäden. Die Gefährlichkeit der in Sievert (Sv) gemessenen Strahlenbelastung für den Menschen ist dabei von diversen Faktoren abhängig, wie Art, Dauer und Strahlungsstärke, Gesundheitszustand der betroffenen Person sowie genetische Disposition und Anfälligkeit für Strahlung (Eidemüller 2014).

Alle Strahlungsarten sind geruch- und geschmacklos und nicht sichtbar. Trifft radioaktive Strahlung jedoch auf biologisches Zellgewebe, wird ein Teil der Energie absorbiert. Dabei wird in die Biochemie des Körpers eingegriffen, indem Zellbestandteile irreversibel verändert, das Zellwasser ionisiert, das Gewebe durch freie Radikale beschädigt und die empfindlichen DNA-Ketten des Erbguts aufgebrochen und genetisch verändert werden. Missbildungen, auch an Nachfolgenerationen, können auftreten. Bei der Strahlenexposition unterscheidet man im Grundsatz zwischen deterministischen und stochastischen Schäden. Deterministische Schäden treten bei den Betroffenen oft zeitnah zum Ereignis an Geweben und Organen aufgrund abgestorbener Zellen durch eine zu hohe Strahlendosis auf. Stochastische Schäden treten meist nach Jahrzehnten aufgrund des veränderten Erbmaterials auf. Einen Dosis-Schwellenwert gibt es dabei nicht (Bundesamt für Strahlenschutz 2016b).

Die sogenannte Dosis gilt als Maß für die Wirkung radioaktiver Strahlung auf den menschlichen Organismus. Als Einheit werden Sievert (Sv), Millisievert (mSv) und Mikrosievert (μ Sv) verwendet. Aus dem Jahresbericht des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) 2013 geht hervor, dass die Bevölkerung in Deutschland Strahlung natürlicher¹ und künstlicher Quellen² ausgesetzt ist (Bundesamt für Strahlenschutz 2015, 7). Dies entspricht bei beiden Quellen

¹ Terrestrische und kosmische Strahlung.

² Durch Forschung, Technik, Unfall, etc.

einer „effektive[n] Jahresdosis [von] etwa 2 mSv, in der Summe 4 mSv pro Jahr“ (Bayerisches Landesamt für Umwelt 2016, 3).

Um die Notwendigkeit einer schnellen Evakuierung der gefährdeten Personen und somit die Vorhaltung von aktuellen Evakuierungskonzepten in diesem Rahmen hervorzuheben, sollen nun die weitreichenden Auswirkungen hoher Strahlendosen auf den menschlichen Körper erläutert werden. Bei einer Äquivalentdosis von weniger als zwei Sievert tritt akute Müdigkeit, Unwohlsein, Erbrechen und blutiger Durchfall auf. Bis zu 20% der Betroffenen versterben an den Folgen. Das Krebsrisiko ist erhöht. Im Bereich von zwei bis vier Sievert spricht man von einer schweren Strahlenkrankheit. Die Symptome sind wesentlich intensiver. Die Zellen im Knochenmark und im Magen-Darm-Trakt werden irreversibel geschädigt. Ab drei Sievert ist eine intensivmedizinische Versorgung erforderlich, die Letalität ist um 50% erhöht. Bis sechs Sievert ist mit schweren Blutungen und einem extrem schlechten Allgemeinzustand zu rechnen, die Letalität beträgt nahezu 100%. Oberhalb der Sechs-Sievert-Grenze ist ein Überleben unmöglich. Der Tod tritt innerhalb weniger Wochen ein, bei über 50 Sievert schon nach wenigen Stunden durch irreparable Schäden im zentralen Nervensystem (Ramm 2014).

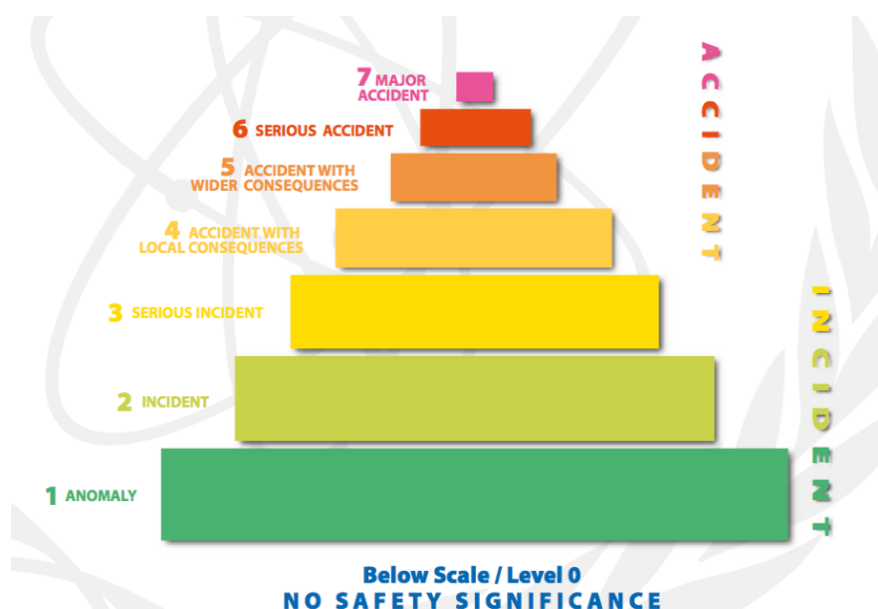


Abbildung 1-2: INES-Klassifizierungsstufen

Quelle: IAEA 2016

Laut der internationalen Bewertungsskala für nukleare und radiologische Ereignisse (*International Nuclear and Radiological Event Scale*, kurz INES) sind radiologische

bzw. nukleare Ereignisse nach ihren jeweiligen Auswirkungen innerhalb oder außerhalb kerntechnischer Anlagen als *Störfall*³ oder *Unfall*⁴ zu bezeichnen. Ereignisse, die die Stufen 1 bis 3 der Bewertungsskala INES betreffen werden als Störfall klassifiziert und Vorfälle der Stufen 4 bis 7 als Unfälle bezeichnet. Die Klassifizierungsstufen sind dabei jeweils um das Zehnfache voneinander getrennt, sprich eine Einordnung in die nächst höhere Stufe beschreibt einen zehnfach höheren Schweregrad des Ereignisses.

Die **Stufen 1 bis 3** betreffen Störungen bzw. Störfälle, bei denen die Exposition die Jahresdosis für beruflich exponierte Personen übersteigt (Mez 2016). Die **Stufe 4** ist definiert über die Freisetzung großer Mengen radioaktiver Stoffe innerhalb der Anlage mit der Folge eines unmittelbaren Todesfalls durch die Strahlenexposition. Schutzmaßnahmen sind vermutlich nicht notwendig, aber die lokale Überwachung von Lebensmitteln (Mez 2016). Vorfälle, bei denen es zur (Teil-)Zerstörung des Reaktorkerns kommt, bedeutende Mengen von Nukliden in der Anlage freigesetzt werden, mehrere Todesfälle eintreten und der Einsatz von einzelnen Katastrophenschutzmaßnahmen notwendig ist, werden der **Stufe 5** zugeordnet. **Stufe 6** wiederum erfordert einen vollen Einsatz von Katastrophenschutzmaßnahmen. Schwerwiegende Unfälle mit umfassenden Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt sowie der Notwendigkeit einer Evakuierung, um die Bevölkerung zu schützen, werden als katastrophaler Unfall bezeichnet und damit der **Stufe 7** zugeordnet (IAEA 2016). Länderübergreifende gesundheitliche Spätschäden und langfristige Auswirkungen auf die Umwelt sind wahrscheinlich (Mez 2016). Eine ausführliche Beschreibung der INES-Stufen durch die *International Atomic Energy Agency* (IAEA) findet sich im Anhang A-1.

Der sogenannte Auslegungsstörfall ist laut Mez (2016) ein „Unfall, der bei der Auslegung einer kerntechnischen Anlage angenommen wurde“. Der Begriff GAU stehe zwar für *Größter anzunehmender Unfall*, damit werde jedoch der sogenannte Auslegungsstörfall einer kerntechnischen Anlage bezeichnet, das heißt ein Vorfall, der im Rahmen der technischen Möglichkeiten noch beherrscht werden könne. Laut Mez (2016) sind „Atomunfälle ab INES Stufe 5 ‚auslegungsüberschreitende Störfälle‘ [, die] gemeinhin als Super-GAU bezeichnet“ werden.

³ Im Englischen: Incident

⁴ Im Englischen: Accident

In der Vergangenheit sind zwei Ereignisse der INES Stufe 7 (katastrophaler Unfall) zugeordnet worden. Diese sind auch gleichzeitig die bekanntesten nuklearen Unfälle mit Freisetzung großer Mengen an Radioaktivität. Dabei handelt es sich um die Unfälle 1986 in Tschernobyl in der Ukraine und 2011 in Fukushima in Japan, auf die in dieser Arbeit im Kapitel 3 vertieft eingegangen wird. In diesem Zusammenhang sollten jedoch auch folgende Ereignisse Erwähnung finden. Im Jahre 1957 ereigneten sich zwei Vorfälle in Kyshtym in der damaligen UdSSR und Windscale im United Kingdom. Kyshtym wurde später als schwerer Unfall der INES Stufe 6 klassifiziert und Windscale als Stufe 5. 1979 kam es in Three Mile Island in den USA ebenfalls zu einem ernsten Unfall der INES Stufe 5.

Eine Freisetzung von Radioaktivität aus einem Kernkraftwerk in die Umgebung ereignet sich bei einem Unfallablauf, bei dem es radioaktiven Stoffen aus dem Inneren der Anlage gelingt die äußerste Schutzhülle (Containment) zu passieren. Radioaktivität kann dabei durch Umgehung, wie beispielsweise der gesteuerten Abführung zur Druckentlastung, oder aufgrund einer Beschädigung des Containments, wie zum Beispiel durch eine Explosion, freigesetzt werden (Deutscher Bundestag 2016, 32).

1.3 Forschungsfrage, Zielsetzung und Eingrenzung

Wilko Dirks

Aufgrund der zuvor beschriebenen Relevanz und Notwendigkeit der Betrachtung von Notfallplanungen im Bereich des atomaren Katastrophenschutzes, befasst sich diese Arbeit mit Notfallmaßnahmen im Rahmen eines kerntechnischen Zwischenfalles. Die Arbeit bewegt sich weitestgehend frei von vorhandenen Strukturen und gesetzlichen Vorgaben, da sie zum Ziel hat neue Ansätze aufzustellen und somit alternative Evakuierungsstrategien während der ersten Phase nach einem nuklearen Unfall zu entwickeln. Es werden Hypothesen erarbeitet, die nicht als bindend verstanden werden sollten, sondern als neue Anregungen, die in bestehende Konzepte eingearbeitet werden können. Dabei liegt der Fokus allein auf dem Schutz der Bevölkerung und daher bei der Evakuierung.

Kern dieser Ausarbeitungen ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Evakuierung der Bevölkerung in der Zentral- und Mittelzone rund um ein Atomkraftwerk. Die Arbeit befasst sich damit, wie eine zügige Evakuierung dieser Größenordnung möglich

werden kann und arbeitet Problematiken heraus, die im Vorfeld beachtet werden müssen. Dabei werden Problemfelder aufgezeigt und diesbezüglich Lösungsansätze diskutiert sowie Grenzen der Evakuierung deutlich gemacht.

Am Ende der Arbeit stehen neue Überlegungen zu einem Evakuierungskonzept – ausgelegt für die ersten 24 Stunden nach einem katastrophalen kerntechnischen Unfall der INES Stufe 7 –, die darlegen wie die Bevölkerung innerhalb von 24 Stunden in Sicherheit gebracht werden kann. Es wird bewusst eine Eingrenzung auf die zeitkritischen ersten 24 Stunden vorgenommen, da hier die grundlegendsten Entscheidungen getroffen werden müssen. Maßnahmen, die zur Evakuierung der Bevölkerung mehr als 24 Stunden nach dem Ereignis getroffen werden müssen, sind nicht mehr Bestandteil dieser Arbeit.

1.4 Methodik

Wilko Dirks

Zu Beginn der Arbeit werden im Kapitel 2 zunächst die gegenwärtig anerkannten Katastrophenschutzvorgaben und -maßnahmen im Bereich der Evakuierung bei einem kerntechnischen Unfall vorgestellt.

Kapitel 3 befasst sich daraufhin mit bedeutenden nuklearen Vorfällen aus der Vergangenheit und stellt dar, welche Maßnahmen bei der Evakuierung zur Anwendung kamen. Die daraus geschlossenen Lehren werden in Kapitel 5 zur Anwendung kommen.

Im Kapitel 4 werden zur bildhafteren und konkreteren Darstellung des späteren Evakuierungskonzeptes zwei Szenarien erarbeitet und erläutert. Um dabei alle eventuell auftretenden Faktoren zu beachten, werden zwei möglichst gegensätzliche Szenarien gewählt. Zum einen werden die Evakuierungsmaßnahmen auf ein Ereignis im ländlichen Raum im Sommer bezogen und zum anderen auf einen Vorfall im urbanen Raum im Winter. Somit müssen zugleich verschiedene räumliche sowie zeitliche Faktoren berücksichtigt werden. Im urbanen Raum ist beispielsweise eine größere Anzahl von Menschen betroffen, die jedoch auch zentral zu evakuieren ist. Im ländlichen Raum hingegen sind aufgrund der geringeren Einwohnerdichte weniger Personen von der Evakuierung betroffen, diese sind dafür jedoch dezentraler. Hinzu kommen die unterschiedlichen Gegebenheiten im Sommer und im Winter. Nach der Be-

schreibung der Szenarien erfolgt – zur ganzheitlichen Abdeckung der Thematik – eine kurze Betrachtung der Reaktion der Bevölkerung und die Auswirkungen auf Kritische Infrastrukturen, da diese im folgenden Kapitel betrachtet werden müssen.

Kern der Arbeit stellt das Kapitel 5 dar. Dort werden zunächst Evakuierungstheorien der Literatur vorgestellt. Anschließend erfolgt die Entwicklung und Darstellung des Evakuierungskonzeptes. Zunächst werden adaptive Evakuierungszonen betrachtet, Kapazitäten der Transportwege berechnet und die neue Führungsorganisation vorgestellt. Darauf aufbauend wird das Evakuierungsgebiet gegliedert und Evakuierungsrouten erarbeitet. Die anschließende Beschreibung des Transportes bzw. des Verkehrsmanagements stellt den eigentlichen Kern des Evakuierungskonzeptes dar. Im Anschluss erfolgt eine Auseinandersetzung mit der Problematik der Aufnahmegebiete.

Abschließend werden die gewonnenen Erkenntnisse zusammengefasst und ein Ausblick in die Zukunft inklusive Handlungsempfehlungen vorgenommen.

2 Stand von Wissenschaft und Technik

Kevin Pfaff

„Im Rahmen der Aufarbeitung der Ereignisse in Fukushima hat die Strahlenschutzkommission, ein unabhängiges Beratungsgremium des Bundesumweltministeriums, ganz aktuell empfohlen, dass die für den Notfallschutz zuständigen Bundes- und Länderbehörden neue, erweiterte Planungsgebiete für die zentralen Katastrophenschutzmaßnahmen Evakuierung, Verbleiben in Gebäuden und Jodblockade festlegen. Diese Empfehlungen berücksichtigen äußerst unwahrscheinliche schwere Unfälle in Kernkraftwerken [...].“ (Hendricks 2014)

Mit diesem Zitat der Bundesumweltministerin Barbara Hendricks erkennt die Politik die Notwendigkeit der Handlungsfähigkeit der zuständigen Behörden und aktueller Evakuierungskonzepte für ein solches Unfallspektrum. Die gesammelten Erfahrungen und Erkenntnisse aus den beiden Reaktorunfällen werden von der 1974 gegründeten Strahlenschutzkommission (SSK) sowie von Arbeitskreisen *Feuerwehrangelegenheiten, Rettungswesen, Katastrophenschutz und zivile Verteidigung* der Innenministerkonferenz detailliert aufgearbeitet, analysiert und deren Daten stetig evaluiert (SSK 2015a, 5). Ziel sei laut Deutschem Bundestag die Prüfung durch die SSK, ob die Erkenntnisse aus dem nuklearen Unfall in Fukushima eine Evaluierung des deutschen Leitfadens für Notfall- und Katastrophenschutzplanung erfordere (Deutscher Bundestag 2016). Die durch die SSK an das BMUB gerichteten fundierten naturwissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse werden in Form von Rahmenempfehlungen (RE) und Stellungnahmen veröffentlicht.

Die neueste Überarbeitung der Rahmenempfehlung von 2008 durch die SSK entstammt dem Jahr 2015 mit dem Titel *Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen* (SSK 2015a). Diese Empfehlung befasst sich unter anderem mit den Wechselwirkungen zwischen behördlicher Planung und Maßnahmen des Betreibers von Kernkraftwerken. Die Empfehlung dient als bundesweit gleiche Grundlage für ein einheitliches Verfahren bei der „besonderen Katastrophenschutzplanung für die Umgebung kerntechnischer Anlagen“ (SSK 2015a, 7). Verstanden wird darunter die Einteilung des Umgebungsgebietes in

Planungsgebiete und Sektoren als zentrale Aufgabe (SSK 2015a, 3f.). In dem Zusammenhang ist wichtig zu nennen, dass laut Bundesamt für Strahlenschutz (2016a) die Evakuierungsradien der „Notfallschutz-Planungsgebiete“ zwischen 2008 und dem überarbeiteten Empfehlungsschreiben von 2014 um ein Vielfaches größer geworden sind.⁵ In dem letztgenannten Dokument werden anhand der Erkenntnisse aus dem Reaktorunfall in Fukushima sowie definierter Schutzziele und radiologischer Kriterien die Methoden zur Ermittlung der Planungsgebiete näher beschrieben (SSK 2014, 2).

Evakuierungen in großem Umfang erfordern für eine effiziente Evakuierungsdisposition seitens der Behörden ein hohes Organisationsvermögen und ebenso hohe Anforderungen an die agierenden Führungs- und Einsatzkräfte. Um diese Planung näher auszuführen, ist die *Rahmenempfehlung für die Planung und Durchführung von Evakuierungsmaßnahmen einschließlich der Evakuierung für eine erweiterte Region* (AG Fukushima 2014) von der Arbeitsgruppe (AG) Fukushima und der Unterarbeitsgruppe (UAG) Evakuierungsplanung auf den Weg gebracht worden. In diesem Dokument werden die für eine Evakuierung erforderlichen Evakuierungspläne und deren Inhalt dargestellt. Weitere wichtige Aspekte sind neben dem Verkehrsmanagement, da vor allem die länderübergreifenden Evakuierungsrouten geplant werden müssen, auch die Bildung von Evakuierungszonen, die Transportmittel und Grundsätze zum Evakuierungskonzept. Nach Aussage der AG Fukushima könne man die Evakuierungsarten in vorsorgliche und nachträgliche Evakuierungen unterteilen. Nicht zuletzt werden die medizinischen Ressourcen und deren Verfügbarkeit in der Planung berücksichtigt, ebenso wie die Warnung der Bevölkerung und diverser Einrichtungen über ein Modulares Warnsystem (AG Fukushima 2014, 2f.).

Auch der Arbeitskreis Zivil- und Katastrophenschutz der Arbeitsgemeinschaft der Leiter der Berufsfeuerwehren (AGBF), eine sich selbst tragende Vereinigung im Deutschen Städtetag, verweist auf den Bericht der AG Fukushima von 2014 und kommentiert zu den einzelnen Kapiteln die Ansichten und Meinungen der Mitglieder der AGBF sowie die Plausibilität und Realisierbarkeit der SSK-Rahmenempfehlungen (AGBF Bund 2016, 3).

⁵ Ausweitung der Zentralzone von 2 km (2008) auf 5 km (2014), Mittelzone von 10 km (2008) auf 20 km (2014), Außenzone von 25 km (2008) auf 100 km (2014) und die Fernzone von 100 km (2008) auf das gesamte Staatsgebiet (2014). Dabei wurden auch die Maßnahmen wie Evakuierung oder Aufenthalt in Gebäuden an die neuen Zonen angepasst.

Es lässt sich zusammenfassend sagen, dass sowohl Bundes- als auch Landesorganisationen aus der Vergangenheit lernen, die Maßnahmen bei nuklearen Unfällen in Deutschland planen und in zeitlichen Abständen den neuen Erkenntnissen anpassen, zumal die Katastrophenschutz- und Evakuierungsplanung nach Artikel 73 Absatz 1 des Grundgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in den Zuständigkeitsbereich der 16 Länder fällt. Besonders die *Rahmenempfehlung Evakuierungsplanung* ist ein konzeptioneller Grundlagenkatalog zur Realisierung einer Evakuierung im Schadensfall. Es wird versucht, alle Grundsätze für eine denkbare Evakuierung zu berücksichtigen, aufzulisten und so einen bestmöglichen und koordinierten Ablauf zu gewährleisten.

3 Referenzereignisse

Wilko Dirks

Am 26. April 1987 um 01:23:58 Uhr Ortszeit ereignet sich eine Serie von Explosionen, die Reaktor und Gebäude des vierten Blocks im Atomkraftwerk Tschernobyl zerstört, wodurch radioaktive Elemente in Aerosolen und in Staubpartikeln freigesetzt werden (Arndt 2016, 4). Grund dafür ist ein fehlgeschlagener Testlauf, der zeigen sollte, ob die Turbinen des vierten Reaktors während eines Stromausfalls noch genügend Restenergie liefern, um die 20 bis 40 Sekunden bis zur Einsatzbereitschaft der Dieselmotoren der Notstromaggregate zu überbrücken. So wäre die Energiezufuhr der Kühlwasserpumpen gesichert gewesen. Die daraus resultierende Katastrophe von Tschernobyl stellt „einen Wendepunkt in der Geschichte des 20. Jahrhunderts“ (Arndt 2016, 4) dar.

Zum Zeitpunkt des Unfalls lebten schätzungsweise sieben Millionen Menschen in dem Gebiet, welches durch den nuklearen Fallout kontaminiert wurde (Arndt 2016, 5). Die Feuerwehr, die zehn Tage lang den brennenden Reaktorkern löscht, wird bewusst nicht über die nukleare Gefahr aufgeklärt und ohne Schutzkleidung in den Einsatz geschickt. Dadurch zählen die Feuerwehrmänner zu den ersten Strahlenopfern (Münchmeyer 2016, 90). Regierungsstellen geben weder eine Information an die Bevölkerung im eigenen Land, noch an andere Staaten aus. In der nächstgelegenen Stadt Prypjat lassen die Behörden „53.000 Menschen [am darauffolgenden Tag] einen unbeschwerten Frühlingssamstag [...] verbringen“ (Münchmeyer 2016, 90). Am selben Tag, dem 26. April 1986, messen maskierte Soldaten in der Stadt Prypjat die Strahlenbelastung, was für Verunsicherung sorgt. Gegen Abend hat die Strahlung das 600.000-fache des zulässigen Wertes erreicht – Tendenz steigend. Somit würde die Bevölkerung innerhalb der nächsten vier Tagen tödlich verstrahlt werden (Johnson und Weiss 2011). Dennoch erfolgt keine Information der Bevölkerung, weder am Tag nach dem Unglück, noch in der folgenden Nacht (Johnson und Weiss 2011). Die Evakuierung der nächstgelegenen Stadt Prypjat wird erst 36 Stunden nach dem Ereignis organisiert (Münchmeyer 2016, 90). Denn am zweiten Tag nach der Katastrophe treffen plötzlich 2.700 Busse in der Stadt ein, womit alle Menschen evakuiert werden sollen. Die Bürger bekommen zwei Stunden Zeit um ihre Sachen zu packen und um Panik zu vermeiden wird der Ernst der Lage verschwiegen (Johnson und

Weiss 2011). Innerhalb von dreieinhalb Stunden seien alle Menschen aus Prypjat evakuiert gewesen (Johnson und Weiss 2011). Doch da die Evakuierung viel zu spät angeordnet wurde und die Einwohner einer zu großen Strahlung ausgesetzt waren, werde in den kommenden Jahren bei vielen ein tödliches Krebsleiden auftreten, so Johnson und Weiss (2011).

Die Regierung verschweigt den radioaktiven Fallout weiterhin und gibt Normalität vor. Erst drei Tage nach dem Unfall gibt es die „erste offizielle Meldung über ‚technische Schwierigkeiten‘ im Atomkraftwerk Tschernobyl“ (Petrowskaja 2016, 93). Informationen für die Bevölkerung im Umland werden jedoch nicht genannt. Maßnahmen wie Jodeinnahme, Fenster geschlossen zu halten oder keine Spaziergänge zu unternehmen, werden nicht an die Bevölkerung kommuniziert (Petrowskaja 2016, 93). Über die Gefahr gibt es offiziell keine Stellungnahme, unter anderem da Kiew für die Friedensfahrt am 6. Mai internationale Gäste erwartet. Als die Regierung danach plötzlich von Lebensgefahr spricht und von Evakuierung sowie „Evakuierung der Kinder“ (Petrowskaja 2016, 94) die Rede ist, bricht Panik aus. „Innerhalb von 24 Stunden waren Zug- und Flugtickets für sämtliche Ziele ausverkauft“, so berichtet Zeitzeugin Petrowskaja (2016, 94). Zehntausende Menschen belagern den Hauptbahnhof, doch alle Züge, einschließlich der Sonderzüge, sind überfüllt. Um die Mitnahme ihrer Kinder zu erzwingen legen sich Mütter auf die Gleise. Als erlaubt wird, dass jeder Erwachsene mit einer Fahrkarte eine unbegrenzte Anzahl an Kinder mitnehmen darf, werden diese wahllos in die Züge gedrängt. Diese sind schlussendlich überfüllt mit Schwangeren, jungen Frauen, Hunderten von Kindern sowie Rentnern.

Erst nach 18 Tagen wendet man sich offiziell mit der Wahrheit an die Bevölkerung im Land und spricht erstmals von einem „Unfall“ (Münchmeyer 2016, 91). Am Ende wurden bis zu 350.000 Menschen evakuiert, umgesiedelt oder verließen das Gebiet auf eigene Initiative (Arndt 2016, 5). Aus einem Bericht der *International Atomic Energy Agency* von 2008 zur Tschernobyl-Katastrophe geht Folgendes hervor:

„Overall [...] the predicted lifetime excess in cancer and leukaemia deaths due to radiation from the Chernobyl accident is of the order of 2200 for liquidators, 160 for evacuees, 1600 among residents of the strict control zones and about 5000 among residents of other contaminated areas — a total of about 9000 deaths.“ (IAEA 2008, 96)

Zum Schluss sollte in diesem Zusammenhang die US-amerikanische Debatte über die Notfallplanung in Tschernobyl Erwähnung finden. Die in der Sowjetunion eingerichtete Sperrzone von 30 Kilometern sorgte in den USA für eine Diskussion über die Ausweitung der „vorgesehene[n] Evakuierungszone von zehn Meilen (16 Kilometer)“ (Arndt 2016, 8), die als nicht ausreichend betrachtet wurde. Es kam jedoch bis heute nicht zu einer Erweiterung der Zehn-Meilen-Zone, sie ist bis dato aktuell. Dies übertrifft jedoch oft noch die „Planungen europäischer Länder, die im Schnitt fünf bis zehn Kilometer zur Evakuierung im Katastrophenfall vorsehen“ (Arndt 2016, 8).

Ein weiterer folgenschwerer Nuklearunfall ereignet sich am 11. März 2011 an der Ostküste der japanischen Hauptinsel. Infolge des schwersten Bebens seit Beginn der japanischen Aufzeichnungen und des dadurch ausgelösten Tsunami fällt die Stromversorgung von vier der insgesamt sechs Reaktorblöcke am Kernkraftwerksstandort Fukushima Daiichi aus. Infolgedessen kommt es zu dem – nach Tschernobyl – schwersten Reaktorunfall in der Geschichte (GRS 2016, 3). Es kommt zu großflächigen Kontaminationen des Umlands durch die massive Freisetzung radioaktiven Materials in die Atmosphäre. Am Ende sind „rund 170.000 Menschen von Evakuierungen oder Empfehlungen zum Verlassen ihres Wohnorts betroffen“ (GRS 2016, 3). Der Unfall wird, aufgrund der Höhe der Freisetzungen, als Vorfall der höchsten Stufe (INES 7) der *International Nuclear and Radiological Event Scale* eingeordnet.

Ab dem Zeitpunkt, als abzusehen ist, dass es wegen der fehlenden Kühlung der Reaktorkerne zu Freisetzungen radioaktiven Materials kommen wird, kommt es zur Anordnung und Durchführung verschiedener Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, wobei im Folgenden Maßnahmen im Zusammenhang mit Evakuierungen im Fokus stehen.

Nachdem die japanische Atomaufsichtsbehörde (*Nuclear and Industrial Safety Agency*, kurz: NISA) direkt nach Ausbruch des Bebens am 11. März 2011 um 14:46 Uhr Ortszeit vom Betreiber ein Lageupdate erhält, meldet der Betreiber um 15:42 Uhr nach Eintreffen des Tsunami erstmals einen nuklearen Notfall. Daraufhin ruft die japanische Regierung um 19:03 Uhr den nuklearen Notfallzustand⁶ aus. Um 20:50 Uhr veranlassen die Behörden die „Evakuierung der Bevölkerung in einem 2 km-Radius“ (GRS 2016, 60). Bereits um 21:23 Uhr Ortszeit wird die Bevölkerung in einem 3 km-

⁶ Im Englischen: State of Nuclear Emergency.

Radius zur Evakuierung aufgefordert. Innerhalb der nächsten 24 Stunden wird die Evakuierungszone „sukzessive auf einen Radius von 20 km ausgedehnt“ (GRS 2016, 60). Die Behörden empfehlen vier Tage nach der Katastrophe, am 15. März 2011, der Bevölkerung außerhalb der Evakuierungszone bis zu einem Radius von 30 km den Aufenthalt in Gebäuden. In demselben Radius um die Anlage wird eine Flugverbotszone errichtet. In einem Umkreis von 10 km spricht die japanische Küstenwache Räumungsanordnungen für Schiffe aus (GRS 2016, 60). Den Bewohnern der 30 km-Zone wird am 25. März 2011 empfohlen, ein Verlassen der Zone in Erwägung zu ziehen.

Die japanische Regierung beschließt im April 2011, dass die 20 km-Evakuierungszone ebenfalls auf „Gebiete mit einer Prognose der jährlichen Strahlenexposition von über 20 mSv“ (GRS 2016, 60) ausgeweitet wird. Dieses als *Deliberate Evacuation Area* bezeichnete Gebiet, verläuft in nordwestlicher Richtung, wie in der unteren Abbildung 2-1 ersichtlich und sollte bis Ende Mai verlassen werden. Die Behörden erklären die 20 km-Zone zum Sperrgebiet.

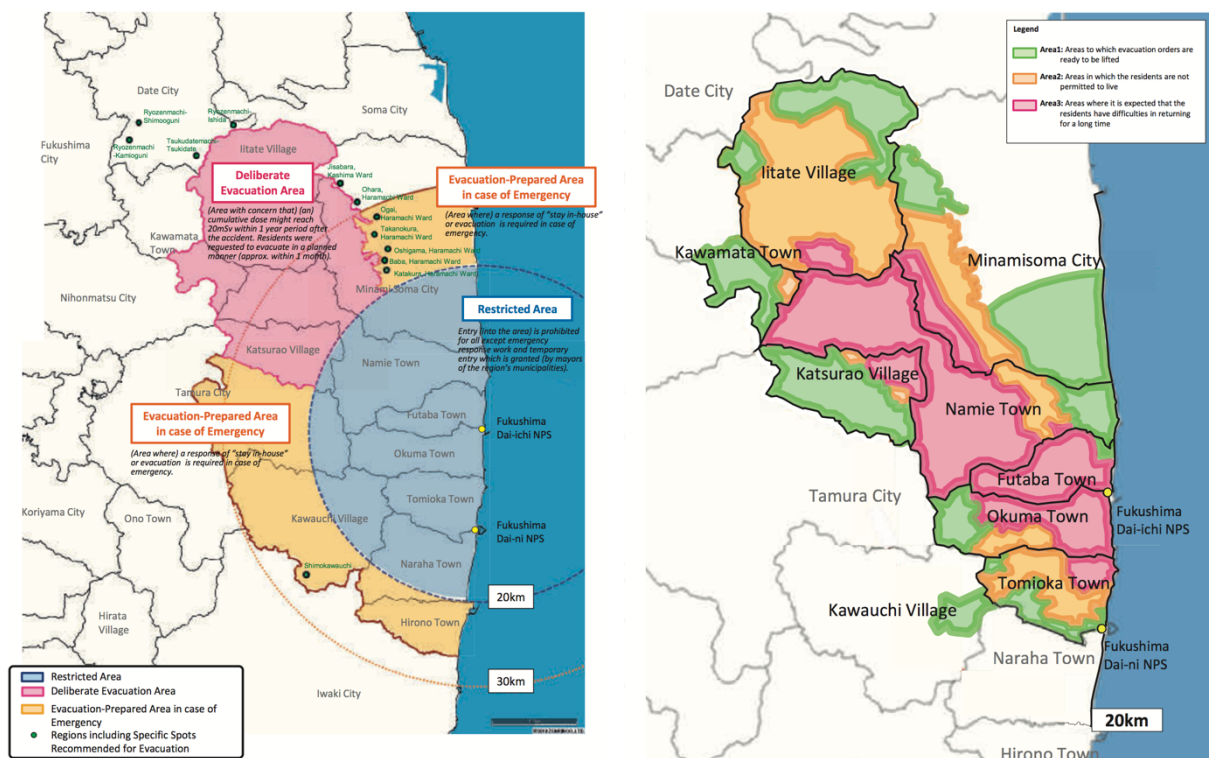


Abbildung 2-1: Evakuierungs- und Sperrzonen um Fukushima Daiichi mit Stand August 2011 (links) und September 2015 (rechts).

Quelle: GRS 2016, 62

Laut Zahlen der japanischen Regierung wurden bis Ende August 2011 schätzungsweise 146.500 Personen evakuiert, wovon etwa 78.000 aus der 20 km-Zone stammen. Zum Aufbau des japanischen Katastrophenmanagements gibt die IAEA jedoch Folgendes zu bedenken: „complicated structures and organizations can result in delays in urgent decision making“ (IAEA 2011, 14). Problem bei der Evakuierung, wie eine Studie des *Institut du développement durable et des relations internationales* (IDDRI) von 2013 zeigt, war Folgendes: „As a result, the procedure for issuing evacuation orders was never applied as planned in the disaster manual and the municipalities were left without any specific advice as to how to proceed with the evacuation“ (Hasegawa 2013, 25). Somit hätten die Verantwortlichen der Gemeinden keine andere Möglichkeit gehabt, als auf eigene Initiative zu handeln und alle Einwohner ungeachtet der Regierungsentscheidung zu evakuieren (Hasegawa 2013, 25). Die Mehrheit der Einwohner sei dabei bereits vor den offiziellen Anordnungen zur Evakuierung eigenständig geflohen, so Hasegawa (2013, 25). Die Evakuierung der Behörden wird beschrieben als: „chaotic, as the municipalities had been trying to find ways to evacuate all of their residents, a situation for which they had never practiced before“ (Hasegawa 2013, 26). Durch das Fehlen einer – wie in den Katastrophenschutzrichtlinien beschriebenen – organisierten Evakuierung durch die Behörden, kam es laut der Studie des IDDRI zu folgender Situation: „many people self-evacuated, using their own cars [which] created an enormous traffic jam on the escape route and **delayed the whole evacuation process** [Hervorhebung durch Verfasser], leaving the population significantly distressed“ (Hasegawa 2013, 26).

Eine Betrachtung beider Ereignisse zeigt die Unterschiede im Evakuierungsablauf: In Japan verlief die Evakuierung der Bevölkerung aus dem Umkreis des Atomkraftwerkes sehr viel schneller und das trotz der Zerstörung der Infrastruktur nach Beben und Tsunami. Eine Evakuierung der 53.000 Bewohner der Stadt Prypjat in der Ukraine, die dem Reaktor am nächsten gelegen war, begann erst 36 Stunden nach der Explosion. Darüber hinaus waren die Bewohner in Japan in einem Umkreis, in dem in der Ukraine noch fünf Tage nach der Katastrophe die Paraden zum 1. Mai zelebriert wurden, zügig evakuiert. Die Behörden in der Ukraine erweiterten den Evakuierungsradius nach mehreren Tagen zunächst auf zehn und später auf 30 Kilometer.

4 Szenario

Wilko Dirks

Im Folgenden wird zur bildhafteren und konkreteren Darstellung des späteren Evakuierungskonzeptes ein Freisetzungsszenario bezüglich eines kerntechnischen Unfalls in Deutschland dargestellt. Dieses wird an zwei unterschiedlichen Standorten Anwendung finden. Das Szenario entspricht dem Freisetzungsszenario, das dem *Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2015* zugrunde liegt – veröffentlicht durch den Deutschen Bundestag (2016) – an dem 20 Bundesbehörden mitgewirkt haben.

Als Ausgangssituation wird dabei das 2014 von der Strahlenschutzkommission (SSK) erarbeitete Freisetzungsszenario FKA⁷ ausgewählt. Dieses neue Referenzszenario dient als Grundlage für die nukleare Katastrophenschutzplanung in Deutschland, wobei deutsche Kernkraftwerke und grenznahe ausländische Anlagen betrachtet werden (Deutscher Bundestag 2016, 5).

Dem Freisetzungsszenario FKA ist die höchste Stufe der internationalen Bewertungsskala für nukleare und radiologische Ereignisse und Unfälle in Kernkraftwerken (*International Nuclear and Radiological Event Scale*, kurz INES) zuzuordnen. Daher ist das betrachtete Szenario als INES-Stufe 7 (katastrophaler Unfall) klassifiziert und somit mit den schwersten Kernkraftwerksunfällen in der Geschichte in Tschernobyl und Fukushima vergleichbar.⁸ Zu einem solchen Ereignis kann es nur bei einem Unfallablauf kommen, bei dem eine Kernschmelze im Reaktor stattfindet sowie das Containment beschädigt oder umgangen wird.⁹ Bei dem angenommenen Szenario kommt es zur Freisetzung von 10% des radioaktiven Materials des Reaktors. Dabei beginnt die Freisetzung 21 Stunden nach dem auslösenden Ereignis und hält für zwei Tage an. Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) hat dieses Freisetzungsszenario 2001 erstmals bei einer Analyse von möglichen Unfallszenarien für Druckwasser-Reaktoren bestimmt und 2010 als denkbare Szenario erneut

⁷ „Das Szenario beschreibt eine Freisetzung von radiologisch relevanten Nukliden der Freisetzungskategorie A („FKA“) infolge eines ‚Dampferzeugerheizrohrbruchs mit von Wasser unbedeckter Leckstelle‘ bei einem Druckwasserreaktor“ (Deutscher Bundestag 2016, 5). Siehe dazu auch Löffler et al. 2012.

⁸ Siehe dazu auch Kapitel 3 Referenzereignisse.

⁹ Siehe Kapitel 1.2 Definition der Gefahr.

bestätigt (Löffler et al. 2012). Die radiologischen Folgen des Reaktorunfalls in Fukushima Daiichi sind mit denen des vorliegenden Freisetzungsszenario FKA in etwa vergleichbar (Deutscher Bundestag 2016, 5).¹⁰

Tabelle 4-1: Charakteristische Ereignisse des für FKA gewählten Unfallablaufs

Ereignis	Zeitpunkt
N16-Signal FD-Aktivität hoch, Beginn Leistungsabsenkung	12 s
N16-Signal + 240 s – Beginn DH-Sprühen (JDH, KBA)	252 s
RESA, TUSA $p < 13,1$ MPa	277 s
Notkühlsignal: $H_{DH} < 2,28$ m, EIN: HD-SiP, AUS: betr. Systeme, HKP	0:09 h
Sehr hoher Gemischspiegel im defekten DE, $H_{DE1} > 15$ m	0:39 h
Versagen FD-Armatur offen	0:55 h
Flutbecken leer	8:35 h
Beginn DRSP Einspeisung	9 h
Ende DRSP Einspeisung	14 h
Defekter DE ausgedampft	19:20 h
primärseitige Druckentlastung	20 h
Öffnen DH-Abblasetank	20:15 h
Spaltgasfreisetzung	20:30 h
Kernschmelzen ab	~21 h
Kernabsturz	22:22 h
RDB-Versagen und Beginn BSWW	24:15 h
Kontakt Schmelze-Wasser aus Lüftungsspinne	29:50 h
Einleiten SB-Venting	(~300 h)
Ende SB-Venting	~300 h + 24 h
Ende der Rechnung	72 h

Quelle: Löffler et al. 2012, 15

Um unterschiedliche meteorologische sowie räumliche Situationen zu schaffen und somit eine möglichst große Variabilität der Folgewirkungen abzubilden, wird das erläuterte Szenario an zwei verschiedenen Standorten in Deutschland und zu zwei konträren Jahreszeiten angewendet. Zum einen werden die Evakuierungsmaßnahmen auf einen Kernkraftwerksunfall im ländlichen Raum im Sommer bezogen und zum anderen auf einen Kernkraftwerksunfall mit gleichartiger Freisetzung radioaktiver Stoffe im unmittelbaren Umfeld eines urbanen Raumes im Winter. Die daraus resultierenden unterschiedlichen Faktoren, insbesondere die Aspekte Zahl der zu evakuierenden Menschen und meteorologischen Besonderheiten, sorgen für eine möglichst breite Betrachtungsweise der folgenden Evakuierungsmaßnahmen.

¹⁰ Darunter fällt u. a. auch die Evakuierung bis in eine Entfernung von 20 km um das KKW.

In dem für diese Arbeit definierten Zeitfenster der ersten 24 Stunden nach dem Ereignis kommt es bereits vor den – nach 21 Stunden eintretenden – Brennelementschäden zu einer Freisetzung von Kühlmittelaktivität durch das Leck des Dampferzeugerheizrohres, die jedoch um mehrere Größenordnungen geringer ist als die Hauptfreisetzung. In den folgenden Unterkapiteln werden ebenfalls langfristige Folgen der Freisetzung beachtet, um die Ausmaße einer solchen Katastrophe aufzuzeigen und um zu verdeutlichen, dass bei einer Evakuierung – so zeitkritisch sie auch sein mag – mit Bedacht die Richtung, die Entfernung und die Aufnahmeorte der betroffenen Bevölkerung gewählt werden sollten. Findet die Evakuierung ungeordnet statt und endet nicht weit genug von der Gefahr entfernt sowie in eine Richtung, in die sich die radioaktive Wolke ausbreitet, ist die Evakuierung zwecklos und sogar gefährdend.

4.1 Auslösende Ereignisse

Wilko Dirks

Der angenommene Unfall findet in einem Kernkraftwerk mit Druckwasserreaktor¹¹ statt. Bei diesem Reaktortyp wird die durch die Kernspaltung erzeugte Wärme durch Wasser abgeführt. Da das Wasser unter sehr hohem Druck¹² steht und somit eine hohe Temperatur erreicht, wird das Sieden in der Spaltzone vermieden. Kühlwasser überträgt die Wärme in einem Dampferzeuger auf den Sekundärkreislauf.

Der nukleare Unfall wird schließlich durch einen Heizrohrbruch in einem Dampferzeuger verursacht. Daraufgehend kommt es zum Versagen zahlreicher zusätzlicher Sicherheitsmechanismen. Mit Versagen des Druckbehälters des Reaktors kommt es nach etwa 21 Stunden zur Kernschmelze, was zu einer ungehinderten Freisetzung beträchtlicher Mengen radioaktiver Stoffe in die Atmosphäre führt (Deutscher Bundestag 2016, 36).

¹¹ Sechs der derzeit acht in Betrieb befindlichen Kernkraftwerke in Deutschland sind KKW mit Druckwasserreaktor.

¹² Das Wasser erreicht einen Druck von etwa 160 bar.

4.2 Szenario 1: Ländlicher Raum, Sommer

Wilko Dirks

Im Folgenden wird zunächst das angenommene *Szenario 1: Ländlicher Raum, Sommer* beschrieben. Neben dem Ort und Zeitpunkt des Ereignisses werden Intensität, Verlauf und Dauer sowie die räumliche Ausdehnung und die dadurch betroffene Bevölkerung dargestellt.

4.2.1 Auftretensort, räumliche Ausdehnung und betroffene Bevölkerung

Wilko Dirks

Der kerntechnische Unfall ereignet sich im Kernkraftwerk Grohnde (KWG) im Süden Niedersachsens. In dem für diese Arbeit definierten Zeitfenster der ersten 24 Stunden nach dem Ereignis kommt es bereits vor den Brennelementschäden zu einer Freisetzung von Kühlmittelaktivität durch das Leck des Dampferzeugerheizrohres, die jedoch um mehrere Größenordnungen geringer ist als die Hauptfreisetzung. Wie im vorangegangenen Kapitel 4.1 beschrieben, kommt es 21 Stunden nach dem auslösenden Ereignis zu einer Kernschmelze und damit zur radioaktiven Hauptfreisetzung. In diesem Kapitel werden ebenfalls langfristige Folgen der Freisetzung betrachtet, um die Ausmaße einer solchen Katastrophe aufzuzeigen und um zu verdeutlichen, dass bei einer Evakuierung mit Bedacht die Richtung, die Entfernung und die Aufnahmeorte der betroffenen Bevölkerung gewählt werden sollten. Findet eine ungeordnete Evakuierung in südsüdöstlicher Richtung¹³ statt, die die Menschen nicht weit genug in Sicherheit bringt, ist die Evakuierung zwecklos und darüber hinaus gefährdend.¹⁴ Im weiteren Verlauf werden die langfristigen Folgen betrachtet.

Wie der nachstehenden Abbildung 4-1 zu entnehmen ist, zieht die radioaktive Wolke über große Gebiete des Bundesgebietes hinweg. Lediglich die südwestlichen Bereiche von Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg, das Saarland sowie der Südosten von Bayern sind nicht betroffen.

¹³ Die Richtung, in die sich die radioaktive Wolke ausbreitet.

¹⁴ Siehe dazu „Vorläufiges Sperrgebiet“ in Abbildung 4-1.

Als vorläufiges Sperrgebiet¹⁵ wird dabei der Bereich bezeichnet, der in den ersten 48 Stunden nach der Freisetzung nicht oder nur eingeschränkt zugänglich ist und erst nach späteren Messungen, die nicht mehr Bestandteil dieser Ausarbeitung sind, sukzessive wieder freigegeben wird. Dieses angenommene vorläufige Sperrgebiet habe eine Fläche von 11.000 km² und betreffe 1,8 Mio. Menschen (Deutscher Bundestag 2016, 34).

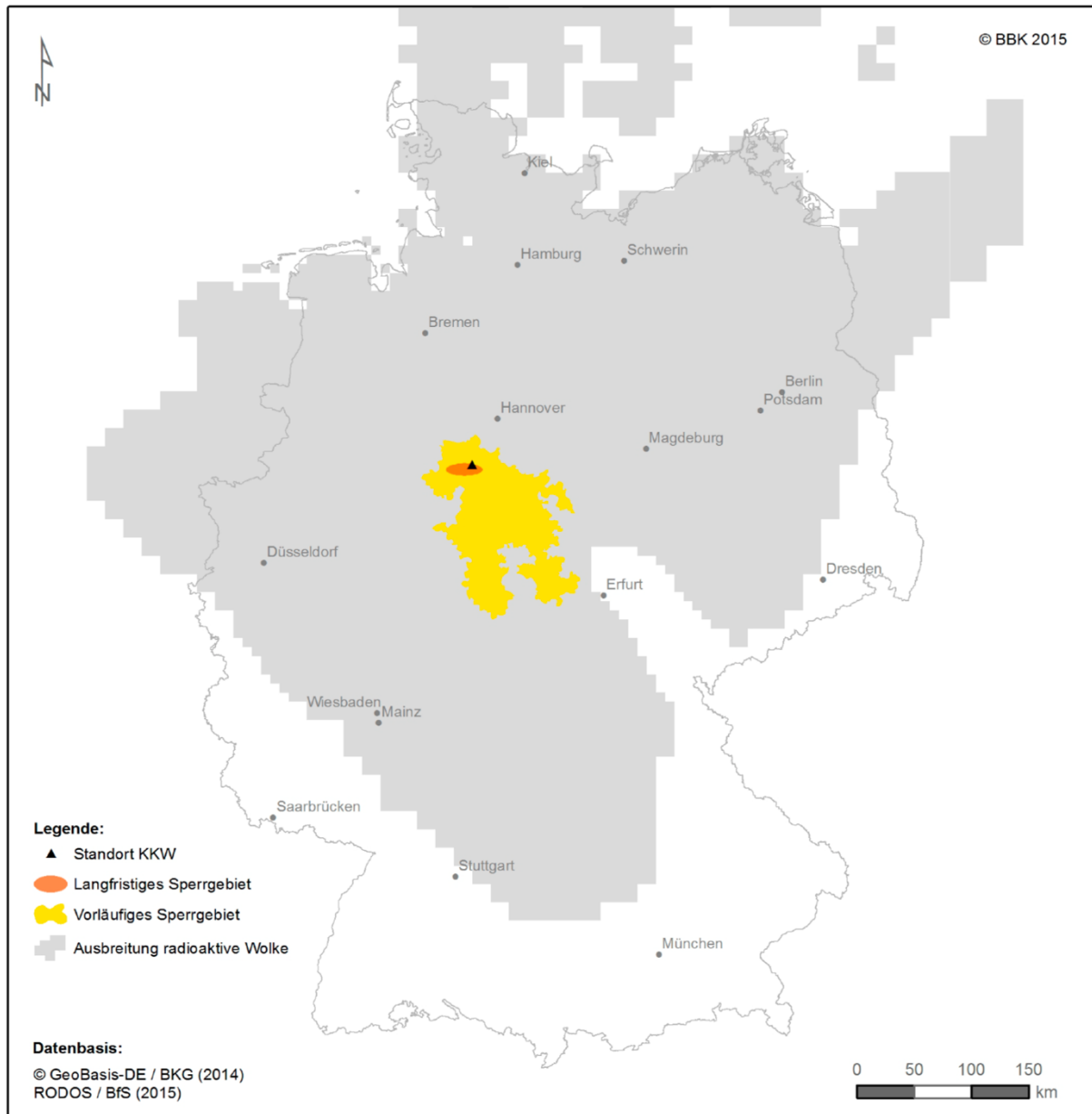


Abbildung 4-1: Ausbreitung der radioaktiven Wolke über Deutschland und angenommene Sperrgebiete.

Quelle: Deutscher Bundestag 2016, 35

¹⁵ Als vorläufiges Sperrgebiet wird das Gebiet festgelegt, in dem der Eingreifrichtwert von 50 mSv SD-Inhalationsdosis für Kinder bis 12 Jahren und Schwangeren sowie 250 mSv für Erwachsene innerhalb 7 Tagen überschritten wird (Löffler et al. 2012, 46).

Die in vorheriger Abbildung 4-1 grau abgebildete Fläche stellt das Gebiet dar, über das radioaktiv kontaminierte Luftmassen hinwegziehen. Dort kommt es zu einer Bodenablagerung von radioaktiven Stoffen. In diesem Gebiet sind keine Katastrophenschutzmaßnahmen notwendig, lediglich Maßnahmen der Strahlenschutzvorsorge werden empfohlen.

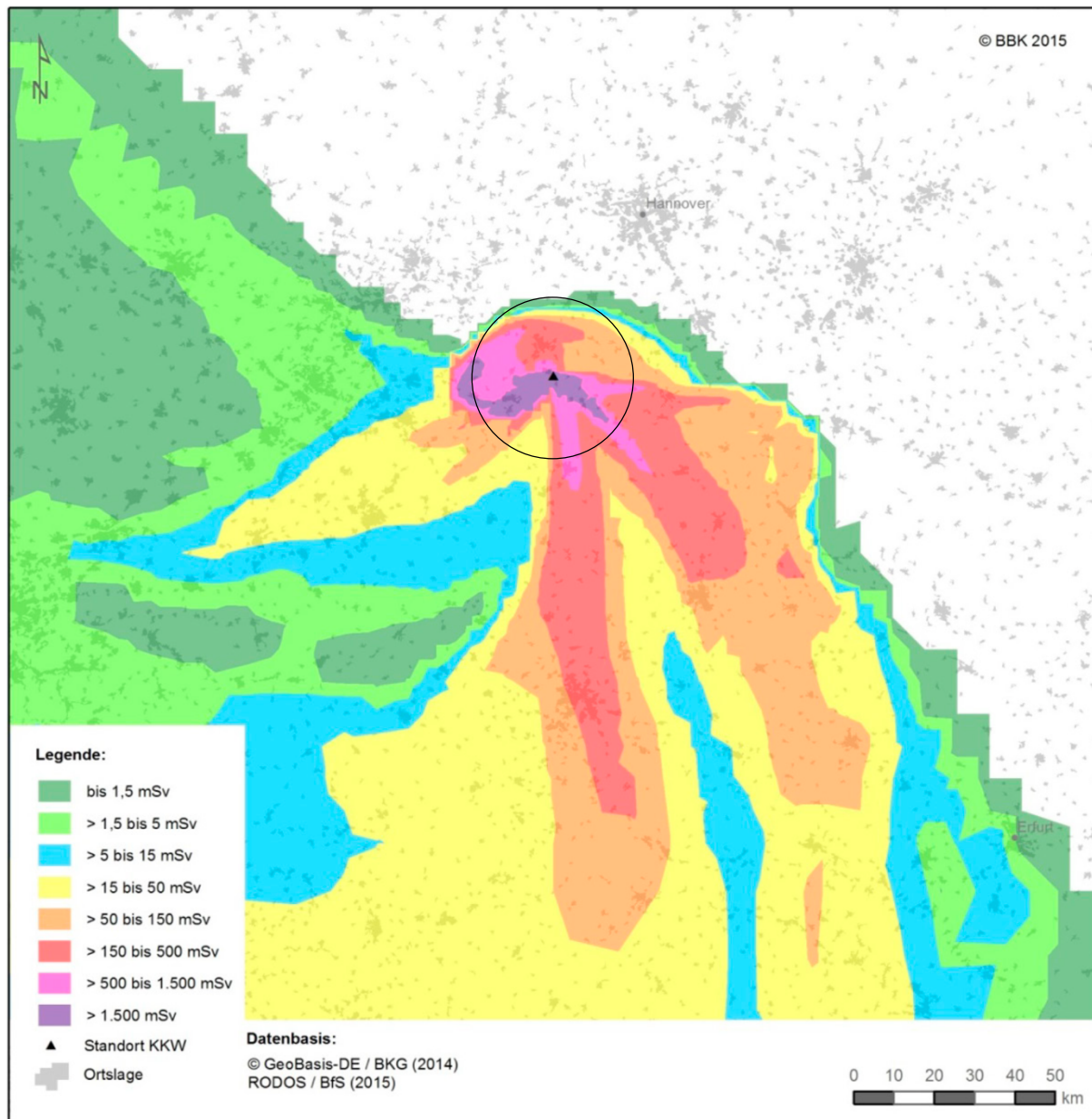


Abbildung 4-2: Übersichtskarte der zu messenden Strahlenbelastung im Umkreis des KWG und eingezeichneter Mittelzone mit einem Radius von 20 km. Gebiete mit Überschreitung der Eingreifwerte für Evakuierungen sind in den Farben Orange, Rot, Magenta und Lila dargestellt.

Quelle: Deutscher Bundestag 2016, 84

Eine Evakuierung wird in den Gebieten notwendig, in denen eine Überschreitung des Eingreifwertes erwartet werden kann.¹⁶ Der Eingreifwert liegt bei „100 mSv durch äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien“ (Deutscher Bundestag 2016, 41). Im vorliegenden Szenario umfasst das Maßnahmengebiet die Zentralzone¹⁷ und – in Ausbreitungsrichtung der radioaktiven Wolke – eine Hälfte der Mittelzone¹⁸. Dieses Gebiet umfasst 680 km². Von den gesamten Evakuierungsmaßnahmen sind 90.000 Einwohner betroffen, davon werden jedoch nicht alle in den ersten 24 Stunden nach dem Ereignis evakuiert.¹⁹

4.2.2 Zeitpunkt

Wilko Dirks

Der nukleare Unfall im KWG findet im Sommer um 06:00 Uhr am Morgen des 24. Juli statt. Etwa 21 Stunden nach dem Ereignis beginnt die Hauptfreisetzung radioaktiver Stoffe infolge der Kernschmelze am 25. Juli um 03:00 Uhr. Dieses Ereignis hält bis zum 27. Juli um 05:00 Uhr an.

Das Szenario nimmt eine Großwetterlage an, bei der eine Hochdruckzelle von West nach Ost durch Europa zieht und dabei eine sich vom Atlantik bis nach Osteuropa erstreckende Zone mit hohem Luftdruck, sogenannte Hochdruckbrücke, entsteht. Die angenommene Wetterlage stellt eine typische, durch westliche Luftströmungen geprägte, sommerliche Wettersituation dar.

4.2.3 Intensität, Verlauf und Dauer

Wilko Dirks

Aufgrund der Intensität des Unfalls und der damit freigesetzten Radioaktivität ist der Vorfall als INES 7 (katastrophaler Unfall) zu klassifizieren. Bei einem solchen Unfall ist laut den *Ressortforschungsberichten zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz*, veranlasst durch das Bundesamt für Strahlenschutz (Löffler et al.

¹⁶ Siehe dazu vorherige Abbildung 4-2.

¹⁷ Die Zentralzone beschreibt einen 5 km Radius um das Kernkraftwerk.

¹⁸ Die Mittelzone beschreibt einen 20 km Radius um das Kernkraftwerk.

¹⁹ Siehe dazu vorherige Abbildung 4-2.

2012, 48) eine freigesetzte Aktivität der Radionuklide von etwa $3 \cdot 10^{16}$ Bq für Cs-137, $3 \cdot 10^{17}$ Bq für I-131 und $2 \cdot 10^{18}$ Bq für das Edelgas Xe-133 plausibel. Dies käme einer freigesetzten Masse von etwa 65 g I-131, 289 g Xe-133 und 9,3 kg Cs-137 gleich (Deutscher Bundestag 2016, 36).

Am 25. Juli um 03:00 Uhr beginnt mit der Kernschmelze die Hauptfreisetzung oben genannter Mengen radioaktiven Materials. Diese hält für etwa zwei Tage an und endet um 05:00 Uhr am 27. Juli. Die radioaktive Wolke breitet sich in den ersten 48 Stunden zunächst nach Süden hin aus, im weiteren Verlauf dann nach Westen und in den folgenden 48 Stunden über Gebiete im Norden und Osten Deutschlands.²⁰

Zu den globalen Konsequenzen kann laut Deutschem Bundestag (2016, 36) festgehalten werden, dass in einem Zeitrahmen von ein bis zwei Wochen nach dem Ereignis radioaktive Stoffe vollständig über der Nordhalbkugel der Erde verteilt sind. Auf allen nördlich des Äquators gelegenen Kontinenten wären die radioaktiven Stoffe in kleinen Mengen nachweisbar.

Das in Abbildung 4-1 und Abbildung B-1 im Anhang mit einer orangen Ellipse dargestellte Gebiet bleibe für mehrere Jahrzehnte unbewohnbar und würde damit zum dauerhaften Sperrgebiet werden (Deutschem Bundestag 2016, 36).

4.3 Szenario 2: Urbaner Raum, Winter

Wilko Dirks

Im Folgenden wird nun das angenommene *Szenario 2: Urbaner Raum, Winter* beschrieben. Neben dem Ort und Zeitpunkt des Ereignisses werden auch hier Intensität, Verlauf und Dauer sowie die räumliche Ausdehnung und die dadurch betroffene Bevölkerung beschrieben.

4.3.1 Auftretensort, räumliche Ausdehnung und betroffene Bevölkerung

Wilko Dirks

Der kerntechnische Unfall ereignet sich im Kernkraftwerk Philippsburg 2 (KKP-2) im nördlichen Baden-Württemberg. In dem für diese Arbeit definierten Zeitfenster der ersten 24 Stunden nach dem Ereignis kommt es bereits vor den Brennelementschä-

²⁰ Siehe Abbildung 4-1.

den zu einer Freisetzung von Kühlmittelaktivität durch das Leck des Dampferzeugerheizrohrs, die jedoch um mehrere Größenordnungen geringer ist als die Hauptfreisetzung. Wie im vorangegangenen Kapitel 4.1 beschrieben, kommt es 21 Stunden nach dem auslösenden Ereignis zu einer Kernschmelze und damit zur radioaktiven Hauptfreisetzung. Auch in diesem Kapitel werden ebenfalls langfristige Folgen der Freisetzung beachtet, um die Ausmaße einer solchen Katastrophe aufzuzeigen und um zu verdeutlichen, dass bei einer Evakuierung mit Bedacht die Richtung, die Entfernung und die Aufnahmeorte der betroffenen Bevölkerung gewählt werden sollten. Findet eine ungeordnete Evakuierung in nordöstlicher Richtung²¹ statt, die die Menschen nicht weit genug in Sicherheit bringt, ist die Evakuierung zwecklos und darüber hinaus gefährdend.²² Im weiteren Verlauf werden die langfristigen Folgen betrachtet.

Wie nachstehender Abbildung 4-3 zu entnehmen ist, zieht die radioaktive Wolke über große Teile des Nordens von Baden-Württemberg und Bayern sowie südöstliche Gebiete von Rheinland-Pfalz und den Süden Sachsens, Hessens, Thüringens und Brandenburgs hinweg.

Als vorläufiges Sperrgebiet²³ wird dabei der Bereich bezeichnet, der in den ersten 48 Stunden nach der Freisetzung nicht oder nur eingeschränkt zugänglich ist und erst nach späteren Messungen, die nicht mehr Bestandteil dieser Ausarbeitung sind, sukzessive wieder freigegeben wird. Dieses angenommene vorläufige Sperrgebiet habe eine Fläche von 13.000 km² und betreffe mehr als 5 Mio. Menschen (Deutscher Bundestag 2016, 112). Davon wären etwa 390.000 Personen kurzfristig zu evakuieren.

Die in folgender Abbildung 4-3 grau abgebildete Fläche stellt das Gebiet dar, über das radioaktiv kontaminierte Luftmassen hinwegziehen. Dort kommt es zu einer Bodenablagerung von radioaktiven Stoffen. In diesem Gebiet sind keine Katastrophenschutzmaßnahmen notwendig, lediglich Maßnahmen der Strahlenschutzvorsorge werden empfohlen.

²¹ Die Richtung, in die sich die radioaktive Wolke ausbreitet.

²² Siehe dazu „Vorläufiges Sperrgebiet“ in Abbildung 4-3.

²³ Als vorläufiges Sperrgebiet wird das Gebiet festgelegt, in dem der Eingreifrichtwert von 50 mSv SD-Inhalationsdosis für Kinder bis 12 Jahren und Schwangeren sowie 250 mSv für Erwachsene innerhalb 7 Tagen überschritten wird (Löffler et al. 2012, 46).

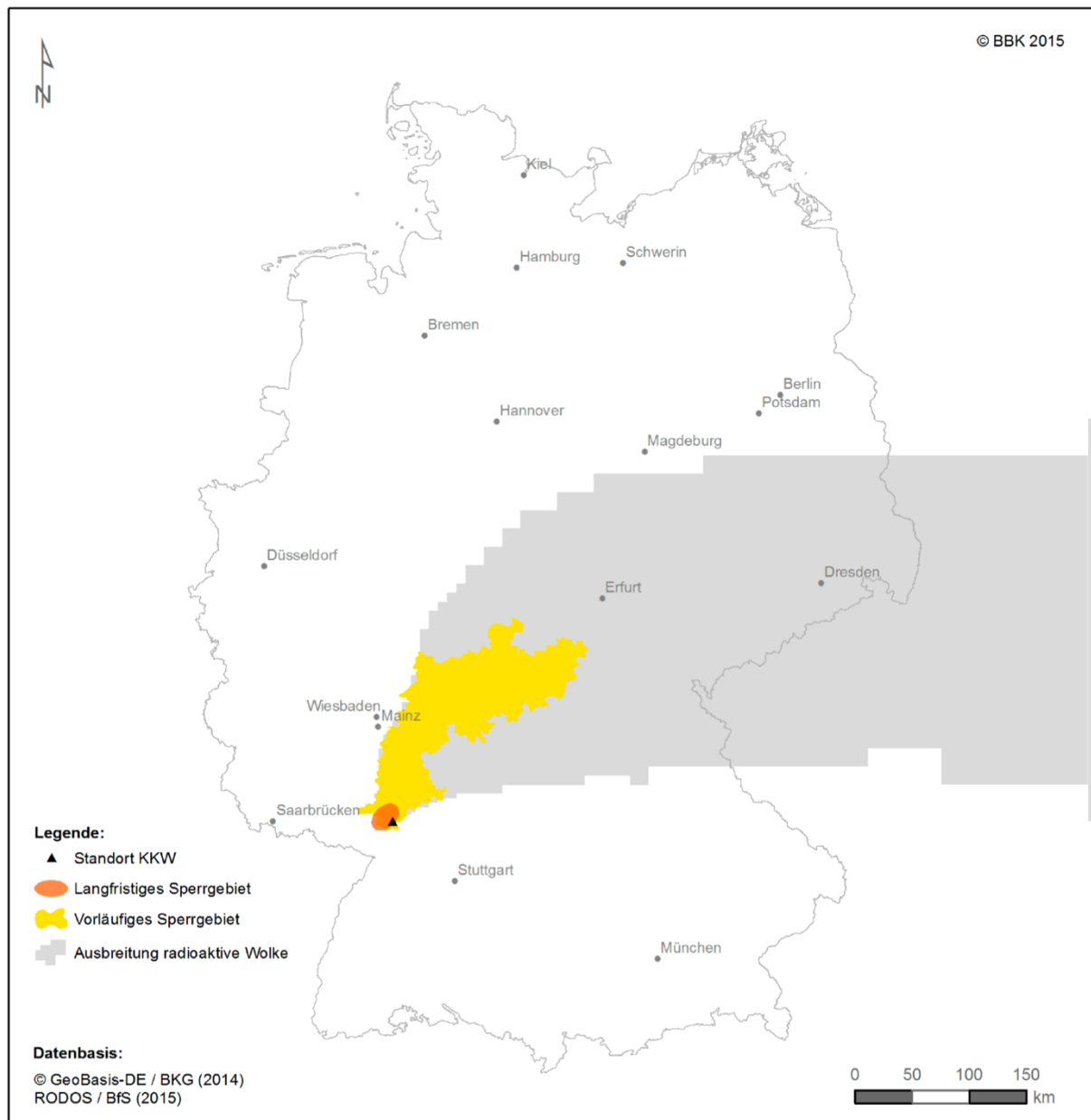


Abbildung 4-3: Ausbreitung der radioaktiven Wolke über Deutschland und angenommene Sperrgebiete.

Quelle: Deutscher Bundestag 2016, 113

Eine Evakuierung wird in den Gebieten notwendig, in denen eine Überschreitung des Eingreifwertes erwartet werden kann.²⁴ Der Eingreifwert liegt bei „100 mSv durch äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch die in diesem Zeitraum inhalierten Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien“ (Deutscher Bundestag 2016, 41). Im vorliegenden Szenario umfasst das Maßnahmenggebiet die Zentralzone²⁵ und – in Ausbreitungsrichtung der radioaktiven Wolke – eine Hälfte der

²⁴ Siehe dazu folgende Abbildung 4-4.

²⁵ Die Zentralzone beschreibt einen 5 km Radius um das Kernkraftwerk.

Mittelzone²⁶. Dieses Gebiet umfasst 680 km². Von den gesamten Evakuierungsmaßnahmen sind 390.000 Einwohner betroffen, davon werden jedoch nicht alle in den ersten 24 Stunden nach dem Ereignis evakuiert.²⁷

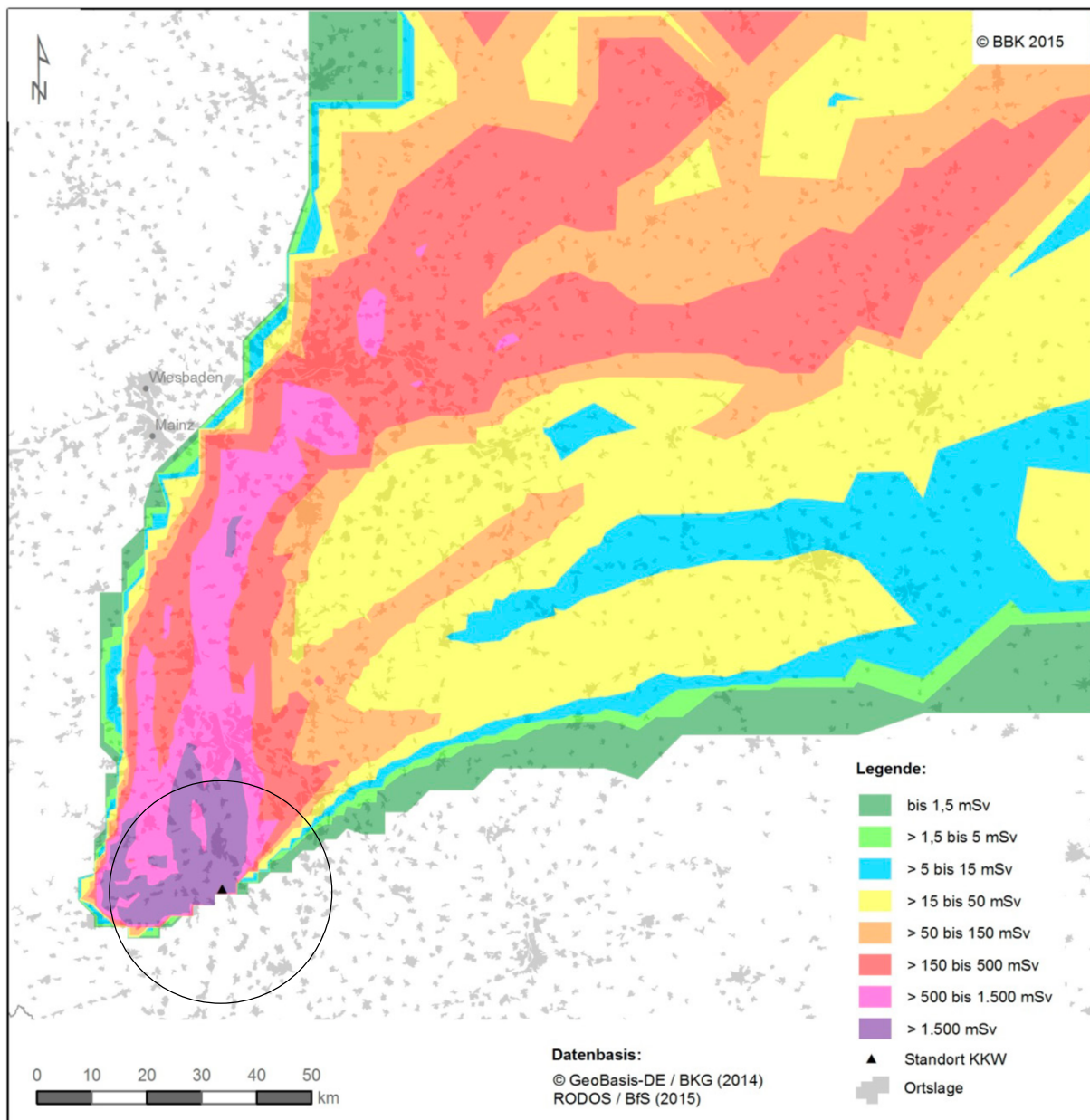


Abbildung 4-4: Übersichtskarte der zu messenden Strahlenbelastung im Umkreis des KKP-2 und eingezeichneter Mittelzone mit einem Radius von 20 km. Gebiete mit Überschreitung der Eingreifwerte für Evakuierungen sind in den Farben Orange, Rot, Magenta und Lila dargestellt.

Quelle: Deutscher Bundestag 2016, 164

²⁶ Die Mittelzone beschreibt einen 20 km Radius um das Kernkraftwerk.

²⁷ Siehe Abbildung 4-4.

4.3.2 Zeitpunkt

Wilko Dirks

Der nukleare Unfall im KKP-2 findet im Winter um 05:00 Uhr am Morgen des 16. Januars statt. Etwa 21 Stunden nach dem Ereignis beginnt die Hauptfreisetzung radioaktiver Stoffe infolge der Kernschmelze um 02:00 Uhr nachts am 17. Januar. Dieses Ereignis hält bis zum 19. Juli um 05:00 Uhr an.

Dieses Szenario nimmt eine Großwetterlage an, bei der eine Hochdruckzelle allmählich nach Osten zieht. Die angenommene Wetterlage stellt eine typische, durch Tiefdruckgebiete beeinflusste, winterliche Wettersituation dar.

4.3.3 Intensität, Verlauf und Dauer

Wilko Dirks

Aufgrund der Intensität des Unfalls und der damit freigesetzten Radioaktivität ist dieser Vorfall ebenfalls als INES 7 (katastrophaler Unfall) zu klassifizieren. Dieses Szenario beinhaltet die selbe radioaktive Freisetzung wie das zuvor erläuterte Szenario 1. Somit werden, in Übereinstimmung mit den *Ressortforschungsberichten zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz*, veranlasst durch das Bundesamt für Strahlenschutz (Löffler et al. 2012, 48), folgende Werte angenommen: etwa $3 \cdot 10^{16}$ Bq für Cs-137, $3 \cdot 10^{17}$ Bq für I-131 und $2 \cdot 10^{18}$ Bq für das Edelgas Xe-133. Dies käme einer freigesetzten Masse von etwa 65 g I-131, 289 g Xe-133 und 9,3 kg Cs-137 gleich (Deutscher Bundestag 2016, 114).

Am 17. Januar um 02:00 Uhr beginnt mit der Kernschmelze die Hauptfreisetzung oben genannter Mengen radioaktiven Materials. Diese hält für etwa zwei Tage an und endet demnach um 05:00 Uhr am 19. Januar. Die radioaktive Wolke breitet sich in den ersten 12 Stunden zunächst nach Norden hin aus, im weiteren Verlauf dann nach Nordosten und schließlich in den Osten. Die radioaktiven Luftmassen erreichen die Grenze zu Polen und Tschechien 36 Stunden nach Beginn der Freisetzung.²⁸

Zu den globalen Konsequenzen kann laut Deutschem Bundestag (2016, 36) festgehalten werden, dass in einem Zeitrahmen von ein bis zwei Wochen nach dem Ereignis radioaktive Stoffe vollständig über der Nordhalbkugel der Erde verteilt sind. Auf

²⁸ Siehe Abbildung 4-3.

allen – nördlich des Äquators gelegenen – Kontinenten wären die radioaktiven Stoffe in kleinen Mengen nachweisbar.

Das in Abbildung 4-3 und Abbildung B-2 im Anhang mit einer orangen Ellipse dargestellte Gebiet bleibe für mehrere Jahrzehnte unbewohnbar und würde damit zum dauerhaften Sperrgebiet werden (Deutschem Bundestag 2016, 114).

4.4 Vorhersagbarkeit, Vorwarnung und Kommunikation

Kevin Pfaff

Ist eine Kernschmelze erst im Gange, lassen sich die dabei ablaufenden physikalischen Vorgänge während des schleichenden Prozesses durch das Bedienpersonal nicht mehr aufhalten. Infolgedessen ist eine frühzeitige Vorhersehbarkeit des akuten Störfalls nicht gegeben. Jedoch informiert der Betreiber des Reaktors nach Eintritt einer Kernschmelze umgehend die erforderlichen Behörden, Einheiten und Stellen, die im pflichtgemäß aufgestellten Katastrophenschutzplan für die Umgebung des Kernkraftwerkes vorgesehen sind (Deutscher Bundestag 2016, 37). Auch der Seveso-III-Richtlinie²⁹ der Europäischen Union ist in § 12 zu entnehmen, dass der „Betreiber der zuständigen Behörde ausreichende Informationen liefern [sollte], damit sie den Betrieb, die vorhandenen gefährlichen Stoffe und die potenziellen Gefahren bestimmen kann. Der Betreiber sollte auch ein Konzept zur Verhütung schwerer Unfälle [...] einschließlich geeigneter Sicherheitsmanagementsysteme zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle, ausarbeiten und [...] an die zuständige Behörde übermitteln“. Diese Richtlinie verpflichtet somit den Betreiber der Anlage zur Vorhaltung von Notfallplänen für einen Störfall, sodass die zuständigen Behörden zeitnah intervenieren können.

Alarmiert der Betreiber die in dem individuellen Notfallplan aufgeführten Behörden, laufen umfangreiche Entscheidungsprozesse ab, die einige Stunden in Anspruch nehmen können. Automatismen für die Erstmaßnahmen gäbe es nach Aussage des Deutschen Bundestages (2016, 37) wie „in anderen Staaten (z. B. Frankreich)“ nicht. Ist die zuständige Katastrophenschutzbehörde alarmiert, wird erstmals ein Voralarm ausgelöst. Infolgedessen werden die für das Katastrophenmanagement erforderli-

²⁹ Vgl. §12 der Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates.

chen Personen alarmiert. Umfangreiche Messergebnisse müssen erhoben werden, sodass der Aufbau einer gut funktionierenden Messorganisation sowie eine umgehende Benachrichtigung weiterer Behörden und Dienststellen gemäß Alarmierungsplan als die ersten Maßnahmen zu beachten sind. Droht unmittelbar eine Freisetzung radioaktiven Materials in die Atmosphäre, wird von den Katastrophenschutzbehörden der Katastrophenalarm ausgelöst. Nun wird auch die Bevölkerungswarnung veranlasst.³⁰ Um im Ernstfall schnell die richtigen Entscheidungen treffen zu können, müssen also die behördlichen Tätigkeiten in einem Maßnahmenkatalog detailliert festgeschrieben werden (Deutscher Bundestag 2016, 37).

Die Strahlenschutzkommission gibt hierzu die Empfehlung, spezielle Einsatzübungen und Alarmierungsfolgen zu trainieren, in einem Übungsplan niederzuschreiben und mit benachbarten Ländern zu kooperieren (SSK 2015a, 32). Auch wichtig in diesem Zusammenhang ist die Entscheidungskompetenz des Entscheidungsträgers, wie beispielsweise der Landrat. Aufgrund zahlreicher Kriterien und äußerer Einflüsse müssen schnell weitreichende Entscheidungen zur Gefahrenabwehr und zum Schutz der Bevölkerung getroffen werden. Aus diesem Grund erscheint die regelmäßige Teilnahme jener Entscheidungsträger und Behörden bei derartigen Übungen unerlässlich (Deutscher Bundestag 2016, 37).

Die Vorhaltung behördlicher Informationen ist dabei von großer Bedeutung. Der Informationsfluss muss gesteuert, verarbeitet und Maßnahmen daraus abgeleitet werden. Die richtigen Informationen zur richtigen Zeit an die richtigen Adressaten zu bringen ist dabei eine große Herausforderung. Äußere Einflüsse wie Widersprüche, verschiedene Auslegungen, neue Medien und Unsicherheit erschweren die Arbeit zusätzlich. Eine falsche Deutung von Informationen durch den Entscheidungsträger kann die Maßnahmenprüfung erschweren und hinauszögern. Diese Krisen- und Risikokommunikationskonzepte sollten somit ebenfalls integraler Bestandteil der regelmäßigen Übungen sein. Durch eine koordinierte Warnung der Bevölkerung kann die Selbsthilfe der Bevölkerung eingeleitet und das Schadensausmaß des Störfalls eingedämmt werden (Deutscher Bundestag 2016, 38).

³⁰ Siehe Kapitel. 5.6 Information und Warnung der Bevölkerung.

4.5 Massenverhalten

Kevin Pfaff

Die in vorherigem Kapitel 4.4 erwähnte erforderliche Bevölkerungswarnung bzw. -information erfolgt auf Basis gesammelter amtlicher Informationen und Erkenntnisse. Dadurch wird der Bevölkerung die Möglichkeit einer rechtzeitigen Selbsthilfe³¹ eröffnet. Auch nach Aussage des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) sei die Fähigkeit zur privaten Notfallvorsorge wichtig, „weil es vor allem während und in der ersten Phase nach einer Krise die professionellen Retter unterstütz[e]“ (Ehrhart und Neuneck 2016, 3).

Wie in Kapitel 4 bereits beschrieben, beginnt der Austritt des radioaktiven Produktes in dem angenommenen Szenario 21 Stunden nach Beginn des auslösenden Ereignisses. Es wird angenommen, dass die Informationen an die Bevölkerung in dieser zeitkritischen Situation rechtzeitig und konsequent erfolgt. So wird sichergestellt, dass die Personen über unterschiedliche soziale Medien informiert werden und sich frühzeitig auf die Folgemaßnahmen vorbereiten können. Zudem erfolgt die Aufforderung zur Evakuierung durch die Katastrophenschutzbehörden zeitnah. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Benachrichtigung aufgrund der Nichtverfügbarkeit der Medien nicht jeden Haushalt erreichen kann. Diesbezüglich müssen für besondere Personengruppen³² zusätzliche Schutzmaßnahmen getroffen werden. Als Folge der schnellen medialen Verbreitung über Internet, Radio, Fernsehen oder Telefonie kommt es in der Bevölkerung schnell zu Verunsicherung und Ängsten. Durch die bundesweite Vernetzung können in kurzer Zeit weite Teile der Gesellschaft erreicht werden. Aufgrund der Seltenheit und zugleich geringen Eintrittswahrscheinlichkeit, des in dieser Ausarbeitung angenommenen Schadensszenarios, ist damit zu rechnen, dass die Bevölkerung die behördlichen Anordnungen befolgt. Jedoch ist auch von einer großen Selbstevakuierung auszugehen. Eine Negativauswirkung davon sind unkontrollierte Fluchtströme im öffentlichen Verkehrsraum, die panische Züge annehmen können (Deutscher Bundestag 2016, 45).

³¹ Siehe Kapitel 5.6 Information und Warnung der Bevölkerung.

³² Siehe Kapitel 5.4.2 Prioritäten-Festlegung.

Die SSK (2015b) weist in ihrer Rahmenempfehlung *Weiterentwicklung des Notfallschutzes durch Umsetzen der Erfahrungen aus Fukushima* aus dem Jahr 2015 darauf hin, wie wichtig die Vorhaltung von Kommunikationskonzepten für die handelnden Gremien und die Öffentlichkeitswarnung ist. Viele Informationen seien über verschiedene Internetportale der Bevölkerung zugänglich gemacht worden. Auch Zeitungen, Radiosender und das Fernsehen hätten das Erreichen weiterer Bevölkerungskreise sichergestellt (SSK 2015b, 85). Im Schreiben *The official report of the Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission* der *The National Diet of Japan* (Kurokawa et al. 2012) wird dargelegt, dass durchaus Verbesserungspotential bei der Kommunikation mit der Öffentlichkeit bestehe. So sei die Bevölkerung besonders in der frühen Phase mit großer zeitlicher Verspätung informiert und ein ausreichender Informationsaufwand zur Aufklärung über gesundheitliche Risiken sei nicht betrieben worden (Kurokawa et al. 2012, 19).

Diese Erkenntnisse lassen sich auch auf die in dieser Arbeit angenommenen Szenarien beziehen. Es ist wichtig, dass sowohl zwischen den agierenden Behörden und Entscheidungsträgern ein hinreichender Informationsaustausch stattfindet, als auch mit der besorgten Bevölkerung. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass von den Behörden Notfallpläne vorgehalten werden, die eine Bevölkerungsevakuation thematisieren. Auch in Hinblick auf die Telekommunikation, die in einem späteren Kapitel weiter ausgeführt wird, sind die möglichen Folgen zu berücksichtigen. Indes ist zu erwarten, dass die Menschen versuchen sich gegenseitig anzurufen und zu warnen, auskunftsfähige Behörden und Institutionen zahlreich angefragt werden und das Verkehrsnetz durch die Massenflucht aus dem direkten und indirekten Schadensgebiet zusammenzubrechen droht³³. Hervorgerufen durch Ängste, Vorwissen oder unsichere, gewagte oder falsche Aussagen Unbeteiligter kann in der Öffentlichkeit Chaos entstehen. Auch Frau Kerstin Bobsin erläutert in ihrer Diplomarbeit *Modellgestützte Untersuchung von Strategien der Katastrophenlogistik, insbesondere großräumige Evakuierungen*, dass „Menschen [...] in Notfallsituationen zu Entscheidungen veranlasst [werden], die oft instinktiv sind“ (Bobsin 2006, 19). Von den Personen werden in solchen Situationen kognitive Entscheidungen abverlangt. Nachdem eine Person eine besorgniserregende Information erhalte, könne man mehrere Reaktionen bei der Bevölkerung beobachten. Bei unzureichendem Informationsstand würden einige

³³ Siehe Kapitel 5.10 Transport und Verkehrsmanagement.

Menschen präzisere Angaben verlangen und in Richtung des Schadensgebietes fahren. Andere wiederum würden die Anweisungen oder ungenauen Angaben ignorieren und ihren Alltag fortsetzen (Bobsin 2006, 20).

Aus den genannten Gründen sind die verschiedenen Reaktionen in der Bevölkerung bei unterschiedlichen Bevölkerungsgruppen in den Notfall- und Katastrophenschutzplänen zu berücksichtigen, um steuernd und wegweisend die Maßnahmen zu planen und die Ausweitung des eingetretenen Schadens für die Öffentlichkeit einzudämmen.

4.6 Auswirkungen auf KRITIS/Versorgung

Wilko Dirks

Da Kritische Infrastrukturen (KRITIS) komplexe Systeme sind, die untereinander voneinander abhängig sind und an denen viele Versorgungsfunktionen hängen, hat ein Ausfall einzelner Infrastrukturektoren Einfluss auf andere Kritische Infrastrukturen und deren Leistungen. Diese Problematik kann in ihren vollen Ausmaßen nicht im Rahmen dieser Arbeit abgehandelt werden. Stattdessen werden die Auswirkungen auf den Bereich KRITIS – in Übereinstimmung mit dem Bericht des Deutschen Bundestages (2016, 46-57) – in generalisierter, qualitativer Weise abgebildet. Für Kritische Infrastrukturen, deren Ausfall besonders ernste Auswirkungen für die Versorgung der Bevölkerung hat, erfolgt eine nähere Betrachtung. Dabei wird in den folgenden Unterkapiteln auf Experteneinschätzungen beteiligter Bundesbehörden, wie sie in dem Bericht des Deutschen Bundestages (2016, 46-57) zu finden sind, zurückgegriffen.

4.6.1 Sektor Energie

Wilko Dirks

Die in diesem Unterkapitel getroffenen Annahmen zum Sektor Energie gehen davon aus, dass aufgrund von öffentlichen Reaktionen³⁴ infolge des kerntechnischen Unfalls, eine Entscheidung der Politik getroffen wird, alle bundesweit aktiven Kernkraftwerke unverzüglich zu Zwecken der technischen Überprüfung abzuschalten.

³⁴ U. a. Ängste der Bevölkerung, Proteste gegen Kernkraft, etc.

Prinzipiell lasse sich der abrupte Ausfall des betroffenen Kernkraftwerkes im Stromnetz kompensieren, da genügend Regelenergie zur Verfügung stehe. Nichtsdestotrotz sei die Gefahr eines großflächigen Ausfalls der Stromversorgung³⁵ sehr hoch. Käme es gleichzeitig zu anderen Störungen im Stromnetz, seien großflächige Stromausfälle von zum Teil mehreren Stunden wahrscheinlich (Deutscher Bundestag 2016, 47). Tritt dieser Fall von lokalen oder großflächigen Stromausfällen ein, so ist die Evakuierung stark erschwert. Besonders durch den zum Stillstand gekommenen Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV), ausgefallenen Ampelanlagen sowie dem Ausfall jeglicher Kommunikation, die nicht batteriegepuffert ist. Zu einem solchen großflächigen Ausfall der Stromversorgung durch das Versagen mehrerer Kraftwerksblöcke kam es laut dem Stromnetzbetreiber Elkraft System 2003 in Dänemark und Teilen von Südschwedens (Elkraft System 2003, 2).

Auch wenn es nicht zu einem solchen Stromausfall kommen sollte, so werden dennoch lokale, kurzzeitige Sicherheitsabschaltungen erforderlich sein, da die unkontrolliert wegfallende Einspeisemenge das Netz stark belastet. Wenn es dann, wie angenommen, zur bundesweiten Abschaltung aller Kernkraftwerke kommt, verschärft sich die Situation zunehmend. Die Abschaltung erfolgt geordnet auf Grundlage einer Abschaltstrategie, wobei Maßnahmen zur Priorisierung und Reduzierung des Stromverbrauchs durchgeführt würden, die z. B. das Verbot konkreter Nutzungsweisen oder Aufrufe zum Energiesparen beinhalten, wie sich in Japan zeigte (IAEA 2015). Dabei ist besonders zu beachten, dass Engpass-Situationen in der Versorgung mit Elektrizität Auswirkungen auf alle anderen Kritischen Infrastrukturen hervorrufen.

4.6.2 Sektor Transport und Verkehr

Wilko Dirks

Diesem Unterkapitel liegt die Annahme zugrunde, dass das vorläufige Sperrgebiet zunächst nicht befahren oder betreten werden darf. Ausgenommen hiervon ist der Verkehr der Transport- und Einsatzkräfte. Darüber hinaus wird angenommen, dass außerhalb der Sperrgebiete eine so geringe Kontamination anzunehmen ist, dass es zu keinen großräumigen Ausfällen der Verkehrswege kommt. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass der Großteil der Bevölkerung im weiten Umfeld um das AKW im

³⁵ Sogenannter Blackout.

gefährdeten sowie ebenfalls im ungefährdeten Gebiet aufgrund der Meldungen über den unklaren Unfall und der bevorstehenden radioaktiven Freisetzung eine Selbstevakuierung vornehmen wird. Dabei kommt es zu einer bundesweiten Verkehrssituation mit großen Staulagen und somit zur Blockade wichtiger Evakuierungswege. Auch die im Stau befindlichen Personen müssen versorgt werden.

Die zur Zeit der radioaktiven Freisetzung in unmittelbarer Nähe des Kernkraftwerkes befindlichen Transportmittel, wie Busse, Lkw, Züge oder Schiffe müssen je nach Kontamination einer Kontrolle, Dekontamination oder Ausrangierung unterzogen werden. Aufgrund dieser lokalen Ausfälle müssen möglichst zügig Transportmittel zur Evakuierung aus der weiteren Umgebung herangezogen werden.

4.6.2.1 Branche Straßenverkehr

Im unmittelbaren Umfeld des Kernkraftwerkes wird der Straßenverkehr zunächst eingestellt. Straßen werden für den normalen motorisierten Individualverkehr sowie Güterverkehr gesperrt und dürfen nur zu Zwecken der Evakuierung befahren werden. Durch diese Sperrungen entfallen wichtige Nord-Süd- sowie Ost-West Verbindungen für den Fernverkehr in Mitteldeutschland. Dafür stehen kurzfristig keine Alternativen zur Verfügung. Das gefährdete Gebiet muss großräumig umfahren werden. Den Experteneinschätzungen im Bericht des Deutschen Bundestages (2016, 49) zufolge werde es eine Normalisierung des Straßenverkehrs innerhalb von wenigen Tagen geben. Für diese Ausarbeitung bedeutet dies jedoch, dass während des gesamten Zeitfensters der Betrachtung – 24 Stunden – der Straßenverkehr entweder komplett zum Erliegen gekommen oder überlastet ist und die im Stau eingeschlossenen Personen versorgt und eventuell gerettet werden müssen.

4.6.2.2 Branche Schienenverkehr

Für die ersten 48 Stunden wird der Bahnverkehr auf wichtigen Ost-West- sowie Nord-Süd-Verbindungen in der Mitte Deutschlands unterbrochen. Dafür stehen kurzfristig keine Ausweichmöglichkeiten zur Verfügung. Diese Verzögerungen werden vermutlich bundesweite Konsequenzen im Fernverkehr sowie Gütertransport hervorrufen.

4.6.2.3 Branche Binnenschifffahrt

Binnenschifffahrtswege, die am bedeutsamsten für die Bundesrepublik sind, seien vom Ereignis nicht betroffen, so der Deutsche Bundestag (2016, 48). Die im unmittelbaren Umfeld liegenden Häfen und Wasserstraßen würden zunächst gesperrt, jedoch nach 48 Stunden für den Frachtverkehr wieder freigegeben werden.

4.6.2.4 Branche Luftverkehr

Über dem vorläufigen Sperrgebiet wird eine Flugverbotszone eingerichtet, wodurch Flugzeuge umgeleitet werden müssen. Auch wenn zwar keine bundesweite Sperrung des deutschen Luftraumes durch die Behörden erfolge, so seien die Auswirkungen auf internationalen sowie nationalen Flughäfen jedoch erheblich (Deutscher Bundestag 2016, 48). Die Flugsicherung wird alle Flüge großräumig um die Flugverbotszone umleiten und ggf. werden von einigen Fluggesellschaften keine Maschinen mehr durch den deutschen Luftraum geschickt. Da Fluggesellschaften und Flugsicherungsbehörden derzeit keine Informationen über Flughöhen erhalten würden – die bei einem kerntechnischen Unfall durch radioaktive Strahlung betroffen sind – könnten entsprechende Organisationen keine Entscheidungen darüber treffen, welche konkreten Flughöhen für den Luftverkehr zu sperren sind (Deutscher Bundestag 2016, 48).

Behörden werden Empfehlungen aussprechen, dass gelandete Flugzeuge auf eine Kontamination hin zu prüfen sind. Diese Kontrollen und insbesondere die Dekontamination sind besonders zeitaufwendig und sorgen für Ausfälle und große Verzögerungen. Darüber hinaus kommt es zu einer exorbitant gesteigerten Nachfrage nach Flügen, da Menschen aus den gefährdeten sowie nicht gefährdeten Gebieten und Bürger des gesamten Bundesgebietes das Land verlassen möchten.

4.6.2.5 Branche Logistik

Durch die Sperrung mehrerer Bundesautobahnen in Mitteldeutschland kommt es zunächst zu Engpässen beim Durchgangsverkehr der Transportlogistik von Ost nach West sowie von Nord nach Süd. Durch eine mögliche Kontamination von Transportmitteln wie Bussen, Lkw, Zügen oder Schiffen, die sich in unmittelbarer Nähe des Atomkraftwerkes befinden und diese zunächst kontrolliert, dekontaminiert oder aus-

rangiert werden müssen, kommt es zu Ausfällen und damit Auswirkungen auf die Transportlogistik im Bundesgebiet.

4.6.3 Sektor Gesundheit

Wilko Dirks

Gesundheits- und Pflegeeinrichtungen, wie Arztpraxen, Krankenhäuser oder Altenheime, die sich im unmittelbaren Umfeld³⁶ des Unfallortes befinden, sollten möglichst evakuiert werden. Dies gilt auch für pflegebedürftige Personen in ihren Wohnungen.³⁷ Im Zuge der Evakuierungsmaßnahmen ist – verursacht durch die Ausnahme-situation – besonders bei schwer erkrankten Menschen, mit Todesfällen und Verletzten zu rechnen. Da es zu personellen Engpässen kommt und der Schutz der verbliebenen Einsatzkräfte gewährleistet werden muss, ist eine medizinische Versorgung von schwer erkrankten Patienten im unmittelbaren Gefahrenbereich, die nicht evakuiert werden können, nicht zu bewerkstelligen.

Infolge des kerntechnischen Unfalls ist das gesamte Gesundheitssystem kurz-, mittel-, als auch langfristig am Rande seiner Kapazität. Die psychosoziale und medizinische Versorgung dieser Menge an Patienten, infolge der gesundheitlichen Überwachung der Bevölkerung und der psychologischen Unterstützung vieler Menschen, die von Ängsten belastet sind oder ihren Wohnort verloren haben, belastet das System und das Personal stark. So kommt es auch zu hohen Ausfallraten des medizinischen Personals selbst, infolge von mangelnder Bereitschaft in gefährdeten Gebieten zu arbeiten oder aufgrund der psychosozialen Belastung. Gleichzeitig ist jedoch ein stark erhöhter Personalbedarf, wie beschrieben, zu verzeichnen. Es wird auch vermutlich bereits in den ersten 24 Stunden nach dem Ereignis zu Engpässen in der Versorgung mit Medizinprodukten, Arzneimitteln, etc. kommen.

Eingerichtete Notfallstationen³⁸, in denen eine erste medizinische Versorgung sowie Dekontamination von Bürgern und Einsatzkräften stattfindet³⁹, werden schnell an ihre Kapazitätsgrenzen gelangen. Es kommt zu weiteren Einschränkungen der Versor-

³⁶ Zentralzone und Mittelzone.

³⁷ Da es für diesen Personenkreis bislang keine Registrierung gäbe, die dem Katastrophenschutz bekannt sei, müsse davon ausgegangen werden, dass ein Teil der Pflegebedürftigen zunächst in ihren Wohnungen verbleibe (Deutscher Bundestag 2016, 50).

³⁸ Eine Notfallstation ist eine Einrichtung zur medizinischen Sichtung und Erstversorgung sowie zur Personendekontamination.

³⁹ Medizinische Beratung und Screening von äußerlichen Kontaminationen.

gung in anderen medizinischen Bereichen, da verfügbares Personal umgehend in den Notfallstationen zusammengezogen wird.

Ebenfalls beachtet werden muss die unkontrollierbare Selbstevakuierung der Bewohner aus den gefährdeten sowie ungefährdeten Gebieten. Diese stellt Einsatzkräfte und medizinisches Personal vor eine weitere Herausforderung, da diese Menschen – vom Unfallort weit entfernte – medizinische Einrichtungen aufsuchen und dort ebenfalls kein Personal vorhanden ist, das ausreichend geschult ist. Eine große Umplanung von medizinischen Ressourcen, beispielsweise das umfassende Anfordern von Personal und Material in die Schadensregion zur Unterstützung, ist dadurch ebenfalls nicht möglich, da somit die – aufgrund der Selbstevakuierenden – ohnehin geringen Ressourcen im Hinterland weiter reduziert werden. Darüber hinaus werden Einsatzkräfte und Materialien zur Dekontamination der Selbstevakuierten im Hinterland benötigt, die unter Umständen bereits in den Gefahrenbereich beordert wurden.

4.6.4 Sektor Wasser

Wilko Dirks

Die öffentliche Trinkwasserversorgung mit Fluss- und Grundwasser muss unmittelbar nach dem Ereignis bis über mehrere Tage hinweg unterbrochen werden. Durch die radioaktive Wolke werden Oberflächenwässer kontaminiert und aufgrund des Versickers somit auch das Grundwasser. Alle Wasserwerke in der gefährdeten Zone rund um das AKW müssen umgehend geschlossen werden und können erst nach entsprechender Kontrolle durch die zuständigen Behörden wieder Trinkwasser bereitstellen. Dadurch kommt es lokal zu Ausfällen in der Trinkwasserversorgung. Die Versorgung mit Trinkwasser muss intensiv auf Radioaktivität kontrolliert werden.

Durch die radioaktiven Substanzen in der Luft ist das Niederschlagswasser und somit auch das Abwasser stark kontaminiert. Erhöhte Konzentrationen von Radionukliden werden u. a. im Grundwasser, Trinkwasser, Oberflächenwasser und Abwasser zu finden sein. Wie Erfahrungen aus dem nuklearen Unfall in Fukushima zeigen, ist die Entsorgung von kontaminiertem Abwasser mit einem großen Aufwand und Problemen verbunden.

4.6.5 Sektor Ernährung

Wilko Dirks

Betroffene Tierhalter im gefährdeten Bereich können Vorkehrungen für eine Sicherstellung der Versorgung der Tiere für 48 Stunden treffen, wenn sie zeitnah über die Evakuierung informiert werden. Dies gilt allerdings nicht für Kühe, die zweimal täglich Milch geben. Ein Großteil der Landwirte würde sich unter Abwägung der Risiken dazu entscheiden auf dem Betrieb zu verbleiben (Deutscher Bundestag 2016, 53). In der unmittelbaren Umgebung um das AKW ist dies jedoch ausgeschlossen. Die Nutztiere können nicht versorgt werden und eine Evakuierung der Tiere ist aufgrund der zu großen Anzahl der Tiere und der vorrangigen Verfügbarkeit – der ohnehin knappen Anzahl – von Einsatzkräften für die Bevölkerung, nicht möglich. Betroffen sei ein Bestand in der Größenordnung von mehr als 10.000 Großvieheinheiten (Deutscher Bundestag 2016, 53). Die Tiere verenden innerhalb kürzester Zeit, sofern keine Maßnahmen ergriffen werden. Die Entscheidungen, welche Maßnahmen in welchem Umfang durchgeführt werden, sollte in Abwägung von Tierschutzanforderungen und der Strahlenbelastung der Einsatzkräfte erfolgen.

Auch über das unmittelbar betroffene Gebiet hinaus hat der Fallout massive, nachhaltige Konsequenzen auf die Landwirtschaft in Deutschland. Durch die großräumige Kontamination der Umwelt dürfen Nahrungs- und Futtermittel nicht mehr in Umlauf gebracht werden. Die durch EU-Verordnungen festgelegten Höchstwerte übersteigen die nach der japanischen Reaktorkatastrophe in Fukushima Daiichi in 2011 festgelegten Höchstwerte um ein Vielfaches. Somit sind die radiologischen Folgen des Szenarios nur bedingt mit den Folgen des kerntechnischen Unfalls in Japan zu vergleichen.

4.6.6 Sektor Staat und Verwaltung

Wilko Dirks

Im gefährdeten Gebiet ist ein massiver Einsatz aller zur Verfügung stehender Kräfte von Feuerwehr und Rettungsdienst sowie Polizei und Katastrophenschutz erforderlich. Dabei wird durch die Einheiten des Bundes, wie Technisches Hilfswerk (THW), Bundespolizei sowie Bundeswehr, Amtshilfe geleistet. Einsatzkräfte aus dem gesamten Bundesgebiet werden angefordert und in der gefährdeten Region rund um das

AKW zusammengezogen. Daraus resultiert ein enormer logistischer, personeller sowie materieller Aufwand, besonders in den ersten 24 Stunden. Die Einsatzkräfte befinden sich im Dauereinsatz, was eine enorme Beanspruchung darstellt. Sie müssen darüber hinaus über die Maßnahmen im Strahlenschutz informiert werden. Die Expertenmeinungen im Bericht des Deutschen Bundestages (2016, 56) betonen dabei besonders Auffrischungen in den Bereichen:

- Information und Warnung der Bevölkerung
- Evakuierung
- Verkehrslenkung und -regelung
- Aufforderung zum Aufenthalt in Gebäuden
- Iodtabletten-Ausgabe
- Einrichtung und Betrieb von Notfallstationen⁴⁰ zur Dekontamination und ärztlichen Betreuung der betroffenen Bevölkerung
- Einrichtung und Betrieb von Notunterkünften für die evakuierte Bevölkerung⁴¹.

Die völlig überlastete Verkehrslage infolge der großflächigen Selbstevakuierung⁴² der Bevölkerung – zum Teil auch in ungefährdeten Regionen – erschwert die Umsetzung der oben gelisteten Maßnahmen der Einsatzkräfte zusätzlich. Sind (ehrenamtliche) Einsatzkräfte in der unmittelbaren Umgebung des Atomkraftwerkes selbst betroffen, z. B. dadurch, dass eigene Angehörige evakuiert werden, kommt ein weiteres Problem hinzu. Eigenbetroffenheit führt zur Reduzierung der Verfügbarkeit von Einsatzkräften und erschwert somit die Lagebewältigung.⁴³ Darüber hinaus kommt es zu stark reduzierten Kapazitäten des Rettungswesens für die Bewältigung des Tagesgeschäftes in der Notaufnahme, dem Rettungsdienst sowie dem Brandschutz und der technischen Hilfeleistung. Aufgrund der umfangreichen Aufgaben im Rahmen der

⁴⁰ Eine Notfallstation ist eine Einrichtung zur medizinischen Sichtung und Erstversorgung sowie zur Personendekontamination.

⁴¹ Nach einigen Wochen kann es, aufgrund des langen Zeitraumes der Evakuierung und gleichmäßigen Verteilung der Evakuierten, zur Überbelastung des Katastrophenschutzes kommen, der größtenteils auf ehrenamtlicher Basis organisiert ist. Um eine punktuelle Belastung zu vermeiden ist die räumliche Verteilung der Evakuierten (andere Bundesländer, etc.) wichtig. Relevant ist dabei auch die Art der Unterbringung. Es ergibt sich die Frage, ob man zentrale Aufnahmestellen nutzt, die betrieben werden müssen, oder ob man zahlreiche Einzelwohnungen nutzt und die Evakuierten somit dezentral unterbringt. Falls vorgeplante Notunterkünfte nicht zur Verfügung stehen, kommt dieser Umstand erschwerend hinzu.

⁴² Siehe dazu Kapitel 4.6.2 Sektor Transport und Verkehr.

⁴³ Darüber ob und in welcher Größenordnung Ehrenamtliche dem Einsatz in radiologisch kontaminierten Bereichen abwehrend gegenüberstehen, kann derzeit keine Aussage getroffen werden. Hierbei spielen sozialer Druck z. B. von der Familie, etc. sowie persönliche Besorgnisse eine Rolle.

Evakuierungsmaßnahmen und der Eigenbetroffenheit, durch z. B. Evakuierung der Familien der Helfer oder der Leitstelle, sind die Ressourcen gebunden. Feuer- und Rettungswachen sowie Leitstellen im langfristigen Sperrgebiet können nicht mehr verwendet werden.⁴⁴ Ein sehr hohes Aufkommen bei Bürgertelefonen und Zentralen von Gesundheitsämtern wird durch das große Informationsbedürfnis der Bürger zu verzeichnen sein. Ein erhöhter Koordinierungsaufwand des Katastrophenschutzes entsteht durch den spontanen Zusammenschluss von Personen in sozialen Medien, die als informelle Gruppen Hilfe leisten möchten. Falls diese Gruppen nicht an der Hilfeleistung beteiligt werden ist von öffentlicher Kritik auszugehen. Eine Konzentration dieser Gruppen an Orten von Schwerpunkten der medialen Berichterstattung ist wahrscheinlich. Öffentliche Kritik wird es vermeintlich auch bei der Behandlung der Nutztiere⁴⁵ geben.

Ebenfalls sind Proteste gegen Atomkraft zu erwarten. Darüber hinaus wird es – im Zuge der Evakuierungen, wenn sie z. B. nicht zufriedenstellend verlaufen sind – vermutlich auch zu Protesten gegen Polizei und Kommunen kommen.

Die hohe Einsatzbelastung in einer kontaminierten Zone erfordert umfassende und besondere Einsatznachsorgekonzepte für die Einsatzkräfte. Dazu muss eventuell medizinisches Fachpersonal integriert werden.

⁴⁴ Dies stellt einen Materialverlust dar.

⁴⁵ Betreuung, Evakuierung oder Tötung. Siehe dazu auch Kapitel 4.6.5 Sektor Ernährung.

5 Evakuierungskonzept

Wilko Dirks

In diesem Kapitel erfolgt die neue, ungebundene Betrachtungsweise von Maßnahmen im Zuge einer Evakuierung, verursacht durch einen kerntechnischen Unfall, wie er zuvor beschrieben wurde. Wie ist es möglich kurzfristig 90.000⁴⁶ bzw. 390.000⁴⁷ Personen in Sicherheit zu bringen? Welche Planungen sollten im Vorfeld getätigt werden und welche Maßnahmen müssen während einer solchen Evakuierung durchgeführt werden? Welche Entscheidungen sollten getroffen werden und wie sind diese zu priorisieren? Welche Evakuierungszonen und Planungsgebiete sollten Verwendung finden? Wie hoch sind die Kapazitäten der Verkehrswege? Welche Führungsorganisation sollte zum Einsatz kommen und welche Aspekte hinsichtlich Kommunikation sind zu beachten? Doch vor allem: Wohin mit der evakuierten Bevölkerung?

Eine Zuspitzung der Situation vollzieht sich dadurch, dass die Evakuierungsmaßnahmen unter Mangel an Zeit und Ressourcen sowie ohne sofortigen Stab bei sich gleichzeitig ausdehnendem Gefahrengebiet durchgeführt werden müssen. Die folgenden Unterkapitel beachten alle diese Problematiken und bieten eine neue Betrachtungsweise zu dessen Umgang sowie Beantwortung oben genannter Fragen.

Dabei lässt sich grundsätzlich festhalten, dass das Evakuierungskonzept die unmittelbare Evakuierung der gesamten Bevölkerung in einem Radius von ca. fünf Kilometern um das KKW vorsieht. Innerhalb von etwa sechs Stunden nach der Alarmierung soll die Evakuierung dort abgeschlossen sein, damit deterministische Effekte auf die Bevölkerung auszuschließen sind. Eine konkrete Vorplanung soll für die Bereiche bis 20 km um das KKW im Leistungsbetrieb erfolgen. Innerhalb von etwa 24 Stunden nach der Alarmierung soll die Evakuierung der gefährdeten Bezirke dieser Region abgeschlossen sein, damit das Risiko stochastischer Effekte auf die Bevölkerung möglichst vermieden wird. Auf Grundlage von Prognosen des Radiologischen Lagezentrums erfolgt die vorsorgliche Evakuierung. Die Entwicklung der Ereignisse im KKW, die zur Verfügung stehende Zeit und die zu erwartende Dosis sind wichtige

⁴⁶ Szenario 1: Ländlicher Raum, Sommer

⁴⁷ Szenario 2: Urbaner Raum, Winter

Entscheidungsfaktoren. Grundsätzlich darf während der vorsorglichen Evakuierung keine erhebliche Freisetzung von radioaktiven Stoffen zu erwarten sein.

5.1 Evakuierungskonzepte der Literatur

Kevin Pfaff

Ein nuklearer Unfall als Folge einer Kernschmelze erfordert in besonderem Maße eine schnelle und koordinierte Interaktion der nach Landesrecht für die Planung und Evakuierung zuständigen Behörden, wie die Kreisverwaltungsbehörde. Hinsichtlich der Evakuierungskonzepte sei nach Angaben der AG Fukushima (2014, 4) ein „grenz- und ressortübergreifende[r] partizipative[r] Ansatz in der Planung der Aufgabenwahrnehmung“ erforderlich. So ist es für die Gefahrenabwehr- und Katastrophenschutzbehörden unerlässlich, dass im Sinne einer schnellen Disposition und Realisierung der Evakuierung, besonders in den ersten 24 Stunden, eine gemeinsame konzeptionelle Planungsgrundlage besteht. Diese Evakuierungskonzepte dienen einer schnellen und zielführenden Durchführung aller erforderlichen Vorkehrungen der grenzübergreifenden Zusammenarbeit der beteiligten Akteure. Ziel eines Evakuierungskonzeptes muss dabei sein, den Bevölkerungsschutz zu gewährleisten, die öffentliche Sicherheit und Ordnung zu wahren, koordinierte Fluchtströme mit einer möglichst hohen Anzahl gefährdeter Personen aus der definierten Zentral- und Mittelzone zu ermöglichen und die Verkehrsinfrastruktur des direkten sowie indirekten Schadensgebietes bestmöglich auszunutzen. Je größer der Evakuierungsradius auf Grundlage der vorausgesagten Ausbreitungsrichtung und -geschwindigkeit wird, umso flexibler müssen die Lösungsansätze gewählt werden. Durch eine weitreichende Vorplanung der Maßnahmen können die begrenzten Ressourcen, wie Transportmittel, konkret in einen gut organisierten Evakuierungsprozess integriert werden (AG Fukushima 2014, 4f.).

Nach Bobsin (2006, 7f.) sei in den 1970-er Jahren in den Vereinigten Staaten das *4-Phasenmodell des Katastrophenschutzes* (siehe nachstehende Abbildung 5-1) entwickelt worden, welches international im Katastrophenschutzmanagement Anwendung findet. Die vier Phasen lauten Vorsorge (Mitigation), Bereitschaft (Preparedness), Reaktion (Response) sowie Wiederherstellung (Recovery). Dieses Schema modelliert den Evakuierungsprozess als „Maßnahme zur Gewährung von Sicherheit,

insbesondere zur Rettung von Menschenleben und Sachwerten“ (Bobsin 2006, 8). Ziel sei mit diesem Modell, geeignete Vorsorge-, Schutz- und Abwehrmaßnahmen umfassend darzustellen. Die Evakuierung könne sowohl vorbeugend als auch operativ während des Katastrophenereignisses stattfinden, so Bobsin. Dieses ganzheitliche Planungskonzept lässt sich ebenfalls auf die beiden angenommenen Szenarien übertragen. Durch die vorausgegangene Maßnahmenplanung können im Akutfall – hier der nukleare Unfall gemäß INES Stufe 7⁴⁸ – schnell die richtigen Entscheidungen zugunsten der betroffenen Bevölkerung getroffen werden. Auch der Deutsche Bundestag (2016, 2) erkennt die Notwendigkeit einer „bedarfs- und risikoorientierte[n] Vorsorge- und Abwehrplanung im Zivil- und Katastrophenschutz“ an. So müsse man auf Bundesebene sämtliche Gefahren und Ereignisse, von denen eine potentielle Bundesrelevanz ausgehe, erfassen und in der Risikoanalyse berücksichtigen.

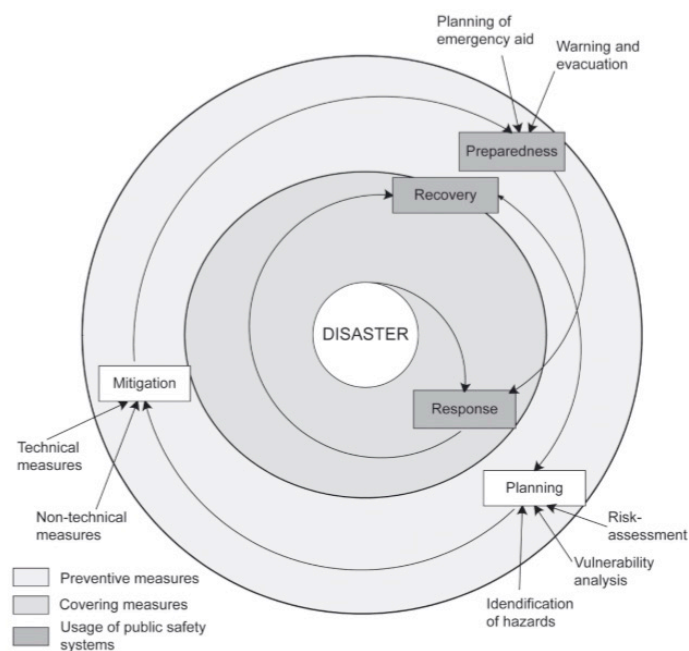


Abbildung 5-1: Kreislauf des Katastrophenmanagements

Quelle: Bobsin 2006, 8

Gemäß der Empfehlung der AG Fukushima (2014, 7) müssen allgemein in den Evakuierungsplänen sämtliche Handlungsmaßnahmen festgehalten werden, wie die Einteilung des Evakuierungsgebietes in Bezirke, die Festlegung von Sammel- und Aufnahmestellen, Warn- und Informationsmittel, Evakuierungsrouten, Maßnahmen zum Schutz des Evakuierungsgebietes, Vorkehrungen zur Evakuierung besonderer Ein-

⁴⁸ Siehe Kapitel 1.2 Definition der Gefahr.

richtungen und Personengruppen, die Registration der Evakuierten für eine mögliche Familienzusammenführung sowie das Verkehrsmanagement, welches in den folgenden Kapiteln schwerpunktmäßig beschrieben wird. Im Sinne einer lageadäquaten Entscheidungsfindung müsse man nach Angabe der UAG Evakuierungsplanung eine fundierte Datenbasis erheben, d. h. auch die Zielgruppen und Bevölkerungsstrukturen beachten (AG Fukushima 2014, 9). Verstanden werden darunter sich selbstständig evakuierende Personen, unselbstständig Evakuierende und Verbleibende. Diese Strukturen sind in der Evakuierungsplanung zu berücksichtigen, da sie auch direkt Einfluss auf das Verkehrsmanagement nehmen und auch die Prioritätensetzung⁴⁹ maßgeblich beeinflussen. Unabhängig von den Anordnungen durch die agierenden Behörden ist anzunehmen, dass eine Selbstevakuierung in großem Maße, möglicherweise bereits vor der behördlichen Entscheidung zur Evakuierung, stattfindet. In dem Zusammenhang ist die Annahme zugrunde zu legen, dass nicht nur mit auswärtigem Verkehr, sondern auch mit gegenläufigen Verkehrsbewegungen zu rechnen ist. Angehörige werden versuchen, ihre Familienmitglieder aus der Gefahrenzone zu bringen (AG Fukushima 2014, 12-13). Wie bereits in den vorigen Kapiteln dargestellt, stehen im Evakuierungsfall unterschiedliche Fortbewegungsmittel zur Verfügung. Als Transportmittel können laut der UAG „Busse, Bahnen, Taxen, Liegendtaxi [sic!], Fahrdienste für Menschen mit Behinderung sowie sonstige geeignete öffentliche und private Transportmittel“ (AG Fukushima 2014, 15) in Betracht kommen. Sie müssen präventiv in die Planung miteinbezogen werden. Zudem ist die Erreichbarkeit, Verfügbarkeit und Bereitstellung eingehend zu prüfen. Auf eine Erfassung von Rettungsmitteln für körperlich beeinträchtigte Personen ist hinzuwirken. Hinsichtlich der Nutzung eigener Pkw ist anzumerken, dass nach Angabe des Statistischen Bundesamtes „78% aller Haushalte [...] 2011 mindestens einen PKW“ (Hütter 2013, 26) hatten. Es ist somit anzunehmen, dass ohne eine konkrete Handlungsaufforderung durch die Katastrophenschutzbehörden, Selbstevakuierungsversuche in einer hohen Anzahl vorgenommen werden und enorme Schwierigkeiten in der geplanten Evakuierung verursachen. Die Universität Stuttgart hat in ihrem Verbundabschlussbericht *Gekoppelte Verkehrs- und Hydrauliksimulation zur Steuerung von Verkehr bei Evakuierungsmaßnahmen* bestätigt, dass in Zusammenhang mit Hochwasserereignissen in Bad Reichenhall der Privatwagen von über 75% der untersuchten Bevölkerung

⁴⁹ Siehe Kapitel 5.4.2 Prioritäten-Festlegung.

verwendet wird (Universität Stuttgart et al. 2013, 93). Vor allem in ländlichen Regionen, wie Baden-Württemberg wäre so von einer erhöhten Flucht mit dem Privat-Pkw auszugehen.

Es wird empfohlen, mit den für den Straßenverkehr zuständigen Behörden und Ämtern spezielle „Verkehrslenkungs- und Absperrpläne“ (AG Fukushima 2014, 10) zu entwerfen. Nützlich ist dabei die enge Einbindung der in dem Schadensgebiet und Umland liegenden Polizei- sowie Autobahndirektionen. Der Berücksichtigung von Verkehrs- und Rettungsachsen als Evakuierungsrouten⁵⁰ kommt hier besondere Bedeutung zu. Während die Evakuierungsrouten primär von der Bevölkerung genutzt werden sollen, sind die gesonderten Rettungsachsen ausschließlich von den Einsatzkräften zu nutzen (Horn und Naumann 2016, 19). Grenzüberschreitend müssen die verkehrstechnischen und logistischen Planungen hinsichtlich Verpflegung und Kraftstoff in die Überlegungen einbezogen werden. Um primär die in der Zentral- und Mittelzone lebenden Personen in einem Radius von 20 km in den ersten 24 Stunden nach dem Ereignis zeitgerecht evakuieren zu können, muss das Evakuierungsgebiet zunächst in Evakuierungsbezirke unter Angabe der Bevölkerungszahl gegliedert werden.⁵¹ Um die Personen den Aufnahmegebieten zuzuführen, müssen in der Vorplanung bereits Absprachen in Hinblick auf das Verkehrsmanagement getroffen worden sein. Neben den bereits genannten Verkehrs- und Rettungsachsen sind Verbotsstrecken bzw. -bereiche zu definieren und Verkehrswege zwischen den zu evakuierenden Gebietskörperschaften festzulegen. Gemäß dem *Gesetz zur Sicherung von Verkehrsleistungen (VerkLG)* können die Bundesländer zur Gewährleistung einer stärkeren Verkehrsleistung bei besonders schweren Unglücksfällen Amtshilfe des Bundes anfordern. Dies erfolgt in erster Linie über das BBK, in dem auch das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum (GMLZ) ansässig ist. Die Informationen werden anschließend an das Bundesamt für Güterverkehr (BAG) weitergeleitet. Das BAG trifft alle von dem Antragsteller erfragten Maßnahmen. Bahnverkehr, Luftverkehr und Schifffahrtsverkehr sind entsprechend ihrer Kapazitäten in die Evakuierungsplanung zu integrieren (AG Fukushima 2014, 24f.). Auf deren genauen Kapazitäten⁵² und konkreten Nutzen⁵³ für eine Evakuierung wird in einem späteren Kapitel

⁵⁰ Siehe Kapitel 5.9 Evakuierungsrouten.

⁵¹ Siehe dazu Kapitel 5.8 Gliederung des Evakuierungsgebietes.

⁵² Siehe Kapitel 5.3 Kapazitätsberechnung der Evakuierungswege.

dieser Arbeit näher eingegangen. Sind alle für die Entscheidung erforderlichen Daten gesammelt und hat eine ausreichende Lageermittlung und -darstellung stattgefunden, stehen den Behörden ein Voralarm und der Katastrophenalarm zur Verfügung. Die Maßnahmen, die für beide Alarmierungen konkret festgelegt werden müssen, dienen der Herstellung der Arbeitsfähigkeit der Katastrophenschutzleitung, Messkomponenten und Bevölkerungswarnung. Die UAG unterscheidet zwei Arten der Evakuierung. Zum einen die vorsorgliche Evakuierung auf Grundlage einer lageabhängigen Prognose des Radiologischen Lagezentrums und die nachträgliche Evakuierung (AG Fukushima 2014, 36f.).

Wird jedoch eine weitgehend koordinierte Evakuierung der Bevölkerung nach einer Prüfung der Notwendigkeit und einem Evakuierungsaufruf, z. B. über Rundfunkdurchsagen, aus den gefährdeten Gebieten durchgeführt, ist eine geeignete Unterbringungsmöglichkeit in Aufnahmegebieten⁵⁴ auszuwählen. Dazu müssen Aufnahmekapazität, zeitliche Geeignetheit, Mindestausstattung und Versorgungsleistung geprüft werden (AG Fukushima 2014, 20). Auch ist die Errichtung von Sammelstellen und Notfallstationen elementar. Eine Notfallstation ist eine Einrichtung zur medizinischen Sichtung und Erstversorgung sowie zur Personendekontamination. Wie diese unerlässlichen Maßnahmen anhand der zwei bearbeiteten Szenarien konkret gestaltet werden können, wird in den folgenden Kapiteln dargestellt. Die *Richtlinie für Evakuierungsplanungen* in der Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Innern, für Bau und Verkehr vom 12. Januar 2016 sieht eine Aufnahmeplanung vor, welche in vier Stufen einzuteilen ist. Neben der örtlichen Unterbringung (Stufe 1) sei auch die regionale (Stufe 2), landesweite (Stufe 3) und bundesweite (Stufe 4) Unterbringung in Betracht zu ziehen (Bayerisches Staatsministerium des Innern, für Bau und Verkehr 2016, 37f.). Das BBK fügt hinzu, dass „jedes Bundesland generell Aufnahmekapazitäten in der Größenordnung entsprechend 1 % der eigenen Bevölkerung“ (Horn und Naumann 2016, 19) vorplanen sollte. Für eine grenzüberschreitende Evakuierung mit mehreren verantwortlichen Stellen und unterschiedlichen staatlichen Ebenen und Zuständigkeiten ist eine einheitliche Handlungsbasis für eine gute Zusammenarbeit unerlässlich. Um ein abgestimmtes Vorgehen aller Beteiligten zu gewährleisten und Abstimmungsprobleme an den Grenzen der Länder oder Staa-

⁵³ Siehe Kapitel 5.10 Transport und Verkehrsmanagement.

⁵⁴ Siehe Kapitel 5.11 Aufnahmegebiete.

ten zu verhindern, fördert das BBK das Projekt FP410 *Grenzüberschreitende großräumige Evakuierungsplanung am Beispiel Deutschland-Schweiz (ECHD)*. Den Verantwortungsträgern sollen mit diesem Projekt einen allgemeinen Handlungsleitfaden für die Evakuierungsplanung bekommen und so eine „Steigerung der Sicherheit [...] in Grenzregionen“ (Horn und Naumann 2016, 21) herbeiführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass laut *RE Evakuierungsplanung* der AG Fukushima (2014, 2) folgende Handlungsfelder betrachtet werden müssen:

Evakuierungsentscheidung, Alarmierung der erforderlichen Kräfte des Katastrophenschutzes und sonstiger Einheiten, Warnung der Bevölkerung und die Durchführung deren Evakuierung, zu treffende Maßnahmen im Evakuierungsgebiet, Einsatz von Transportmitteln, verkehrslenkende Maßnahmen sowie Maßnahmen in den Aufnahmeorten. Eine große Bedeutung wird in allen Schritten der Evakuierung der Lagebeurteilung beigemessen. Die Erarbeitung und Bewertung der radiologischen Lage durch Fachbehörden erfordert auf Grundlage der *RE für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischen Anlagen* die Errichtung Radiologischer Lagezentren zur Darstellung eines „großräumige[n] prognostische[n] und diagnostisch[en] radiologische[n] Lagebild[es]“ (SSK 2015a, 12). Die Darstellung der akuten Lage erfolgt durch installierte Systeme des jeweils zuständigen Radiologischen Lagezentrums sowie über den Daten- und Informationsaustausch im ELAN-System (Elektronische Lagedarstellung für den Notfallschutz) des Bundes. Unterstützt wird die Lagedarstellung durch Ausbreitungsberechnungen, die durch das BfS und den Deutschen Wetterdienst durchgeführt werden (Deutscher Bundestag 2016, 17). Das betroffene Gebiet wird in Planungsgebiete und Sektoren eingeteilt – der Beginn einer koordinierten Evakuierung.

Der wohl wichtigste Sektor der Betrachtung ist die Koordinierung der Verkehrsströme durch vorgefertigte Maßnahmen. Ziel muss es sein, die zur Verfügung stehenden Transportmittel mit den jeweiligen Kapazitäten zu nutzen und das Verzögerung bringende Selbstevakuierungsverhalten der Bevölkerung durch konkrete Maßnahmen zu minimieren. Brian Wolshon, Professor an der Louisiana State University, beschreibt in *The Bridge* die Evakuierungsplanung für Hurrikan Katrina und geht auf die Schwierigkeiten, Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten ein (Wolshon 2006). Auch er definiert eine Massenevakuierung als äußerst komplexe Angelegenheit. Die herkömmlichen Transportwege seien, so Wolshon, nicht für solche Dimensionen ausgelegt. Die

vergangenen Hurrikans in den Jahren 1998 und 2004 hätten zudem zahlreiche Schwierigkeiten in der Evakuierungsplanung sowie Staus und Verzögerungen auf mehreren Evakuierungswegen offengelegt. Das beauftragte Untersuchungsgremium wertete u. a. das Verkehrsaufkommen, Videos und Geschwindigkeitsdaten aus und stellte als Ursachen die ineffektive Nutzung der Gegenverkehr-Straßen, extreme Engpässe, die sich aus dem Zusammenwirken mehrerer regionaler Evakuierungswege ergeben und Staus fest. Man müsse also auch die Spuren des Gegenverkehrs auf Autobahnen für die Bevölkerung eröffnen, die sich stadtauswärts evakuiert – „traffic downstream moved much more freely“ (Wolshon 2006, 29). Zuerst sei ein gestaffelter Evakuierungsplan zu erstellen. Zudem müssten Zeitpunkte zur Einleitung der Öffnung aller Spuren in eine Richtung festgelegt werden. Es seien Austauschvorgänge und Überkreuzungen für die entsprechend befahrenen Autobahnen zu berücksichtigen, um die Überlastung zu minimieren. Zuletzt müsse man durch den Managementplan eine größtmögliche Nutzung der Hauptverkehrswege anstreben. Eine Verteilung der Verkehrsströme anstelle einer Konzentration könne so erreicht werden (Wolshon 2006, 33).

5.2 Evakuierungszonen und Planungsgebiete

Wilko Dirks

Zur Vorbereitung der Evakuierung zählt zunächst die Abschätzung der räumlichen Ausdehnung des gefährdeten Gebietes. Die Umgebung eines Kernkraftwerkes sollte in Planungsgebiete unterteilt sein, in denen verschiedene Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung vorzubereiten sind, die in einem Notfall abhängig von der Lage als Teil einer Maßnahmenstrategie zum Einsatz kommen können. Die SSK sieht dafür in der Empfehlung *Planungsgebiete für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernkraftwerken* (SSK 2014) die folgenden Zonen vor: Zentralzone, Mittelzone, Außenzone und das gesamte Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland.⁵⁵

Die Empfehlung wurde nach den Ereignissen von 2011 in Fukushima überarbeitet und alle Zonen daraufhin erweitert. In der SSK-Empfehlung heißt es hierzu:

⁵⁵ Lediglich die Zentral- sowie Mittelzone sind für das Evakuierungskonzept in dieser Arbeit relevant.

„Das Gebiet, in dem unmittelbar nach dem Unfalleintritt Schutzmaßnahmen, insbesondere ‚Evakuierung‘, durchgeführt wurden, ist damit erheblich größer als die entsprechenden bisherigen Planungszonen in Deutschland. Aus diesen Erkenntnissen war abzuleiten, dass Art und Größe der Planungsgebiete einer Überprüfung bedürfen.“ (SSK 2014, 10)

Die **Zentralzone** erstreckt sich laut aktuellen Empfehlungen bis in eine Entfernung von fünf Kilometern um das Kernkraftwerk. Innerhalb dieser Zone sind laut SSK (2014, 4) Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung, wie die Verteilung von Iodtabletten, die Evakuierung sowie der Aufenthalt in Gebäuden, vorzubereiten. Die Maßnahmen in der Zentralzone seien aufgrund der Nähe zum Reaktor besonders zeitkritisch und müssten unabhängig von der Ausbreitungsrichtung der radioaktiven Stoffe durchgeführt werden. Die Maßnahmen müssten so vorbereitet sein, dass sie vor dem Beginn der unfallbedingten Freisetzung durchgeführt werden können. Die Evakuierung der gesamten Bevölkerung aus der Zentralzone sollte daher innerhalb von sechs Stunden nach dem auslösenden Ereignis abgeschlossen sein, so die Empfehlung der SSK (2014, 4).

Die **Mittelzone** umschließe die Zentralzone und reiche bis in eine Entfernung von 20 km zum KKW (SSK 2014, 4). Auch für diese Zone seien Maßnahmen der Abwehr akuter Gefahren für das Leben und die Gesundheit der Bevölkerung vorzubereiten. So seien dieselben Maßnahmen wie in der Zentralzone vorzubereiten: Verteilung von Iodtabletten, Aufenthalt in Gebäuden und Evakuierung. Jedoch könnten die Maßnahmen in der Mittelzone abhängig von der festgestellten bzw. prognostizierten Ausbreitungsrichtung der Gefahrstoffe durchgeführt werden. Die Evakuierung müsse innerhalb von 24 Stunden nach der Alarmierung der Behörden abgeschlossen sein. Die Mittelzone sei darüber hinaus in 12 Sektoren⁵⁶ zu je 30 Grad einzuteilen (SSK 2015a, 16). Die Sektoreneinteilung unterstützt die Evakuierungsplanung.⁵⁷

Die **Außenzone** umschließe die Mittelzone und reiche bis in eine Entfernung zum Kernkraftwerk von 100 km. Die Zone sollte derselben Sektoreneinteilung wie der Mittelzone unterliegen (SSK 2014, 5). Das **gesamte Staatsgebiet der Bundesrepublik Deutschland** stellt daraufhin die letzte und damit vierte Zone dar. Für die beiden

⁵⁶ Sektor 1 in Nordrichtung.

⁵⁷ Siehe dazu auch Kapitel 5.8 Gliederung des Evakuierungsgebietes.

letztgenannten Zonen ist laut SSK-Empfehlung (SSK 2015a, 15-16) keine Evakuierung vorgesehen und deshalb werden diese in der vorliegenden Arbeit nicht weiter betrachtet.

Für diese Ausarbeitung sind nur die Zentral- sowie Mittelzone relevant, da in den ersten 24 Stunden nach dem Ereignis nur eine Evakuierung innerhalb dieser Bereich – und nicht darüber hinaus – stattfinden wird.

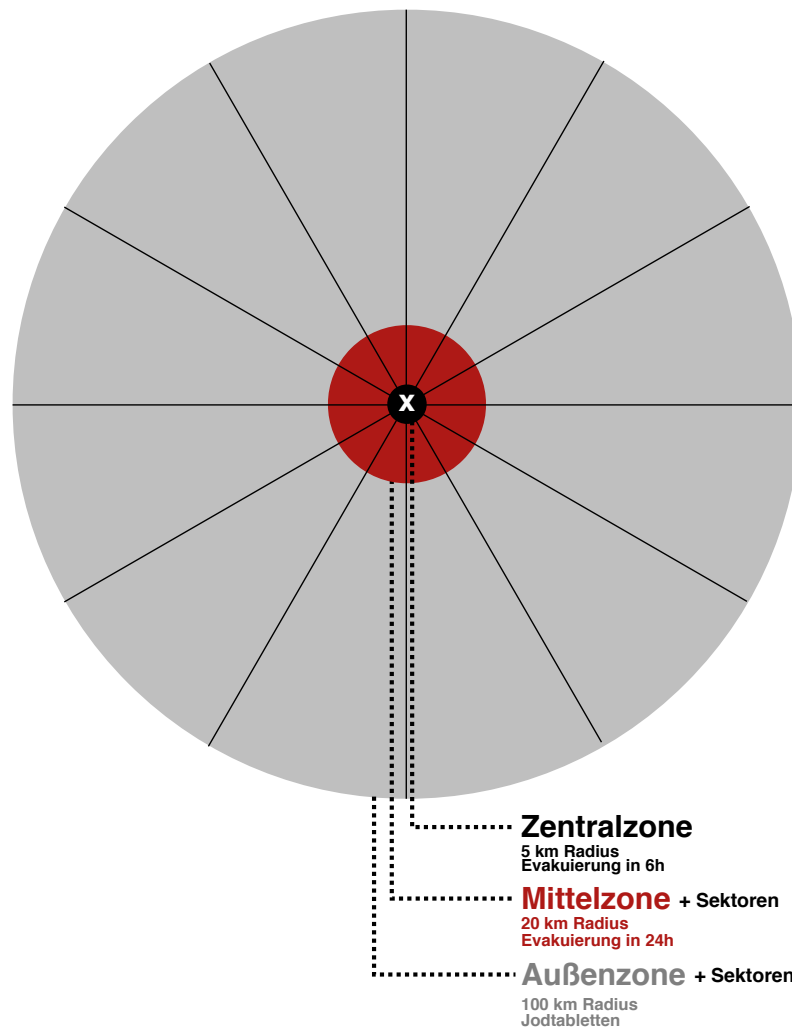


Abbildung 5-2: Darstellung der Planungsgebiete und Evakuierungszonen inklusive Sektoreneinteilung.

Quelle: Eigene Darstellung, nach SSK 2015a

Dabei sollte beachtet werden „nur die Gebiete in das Evakuierungsgebiet [einzubeziehen], in denen das Ausmaß der Gefährdung eine Evakuierung rechtfertigt“ (Horn und Naumann 2016, 18), denn eine Evakuierung ist mit hohen Kosten, großem Aufwand und der Gefahr verbunden, dass Menschen durch die Evakuierung selbst Schaden nehmen könnten. Es ist zu untersuchen, inwieweit die empfohlenen Planungsgebiete und Evakuierungszonen der SSK hierbei effizient und notwendig sind.

Eine US-amerikanische Studie der University of Wisconsin-Madison in Kooperation mit dem Air Force Institute of Technology kommt 2014 zu dem Schluss, dass sogenannte *adaptive protective action zones* (APAZs)⁵⁸ besser für großräumige Evakuierungen bei Reaktorunfällen geeignet sind (Hammond und Bier 2015). Die Autoren des Journal-Artikels bemängeln, dass die derzeitigen Maßnahmen zum Schutz der Bevölkerung nach einem kerntechnischen Unfall seit ihrer Umsetzung in den frühen 1980-er Jahren weitgehend unverändert geblieben sind. Doch in den letzten 30 Jahren sei eine Vielzahl neuer Technologien entwickelt worden, wodurch schnellere Berechnungen, eine bessere Modellierung der vorhergesagten radiologischen Konsequenzen und eine verbesserte Unfallabbildung mittels geographischer Informationssysteme (GIS) möglich sei (Hammond und Bier 2015, 9). Mit Hilfe dieser neuen Technologien wird die Wirksamkeit von alternativen Strategien evaluiert, sogenannte adaptiven Schutzzonen (APAZs). Die APAZs nutzen orts- und ereignisspezifische Daten, um die Evakuierungsgrenzen mit einfachen Heuristiken dynamisch zu bestimmen, anstatt sich auf starre Radien und Sektoren der Evakuierungszonen zu berufen, die bereits weit vor dem Ereignis festgelegt wurden. Mehrere APAZs-Typen wurden entwickelt und mit der gegenwärtigen Schlüsselloch-Evakuierungsstrategie der Nuclear Regulatory Commission verglichen. Zwei der APAZs waren im Durchschnitt besser als die bestehenden Strategien bei der Verringerung der radiologischen Belastung oder evakuierten Bevölkerung sowie beides. Das Resultat der Studie ist, dass APAZs besonders wirksam bei größeren radioaktiven Strahlenbelastungen und einer hohen Population sind.

Eine großräumige Evakuierung kann negative Auswirkungen auf die Gesundheit haben. Die Risiken einer Evakuierung umfassen u. a. die Reise, reisebegleitende Ereignisse sowie andere Tätigkeiten, wie z. B. die Vorbereitung oder Aufnahme. Witzig und Weerakkody (1987) haben das Reiserisiko auf 6×10^{-8} Todesfälle pro Fahrzeugkilometer geschätzt. Verletzungen oder Todesfälle, in denen Reisen zu ihrem Auftreten beigetragen haben, sei die zweite Risikokategorie bei Evakuierungen. Hammond und Bier (2015, 10) nennen als Beispiel eine Person, die in die falsche Richtung evakuiert wird und in eine radioaktive Wolke fährt. Das letzte Evakuierungsrisiko, mit einer geschätzten Einwirkung von 5×10^{-6} pro Person, sei auf Evakuierungsvorbereitungen und die Ankunft am Aufnahmeort zurückzuführen (Witzig und Weerakkody

⁵⁸ Adaptive Schutzzonen

1987). Diese drei Risiken formen zusammen das Evakuierungsrisiko. Wenn eine größere Anzahl von Menschen, die nicht evakuiert werden müsste, trotzdem die Zone verlassen muss⁵⁹, würde das kollektive Risiko für die Bevölkerung signifikant zunehmen (Hammond und Bier 2015, 10). Für Strahlendosen von weniger als drei mSv sei das Evakuierungsrisiko größer als das Strahlungsrisiko (Conklin und Edwards 2000, 141). Durch die derzeitigen starren Evakuierungszonen würden viele Menschen evakuiert werden, die Dosen von weniger als drei mSv ausgesetzt seien. Dadurch würde man ein unnötig hohes Risiko eingehen (Hammond und Bier 2015, 10). Wie von Aumonier und Morrey (1990, 290) angemerkt: „evacuation risks constitute a harm which should be considered in a decision as to whether to evacuate a population put at risk by a radiological incident“. Aus diesem Grund würde ein sichereres Vorgehen nur diejenigen evakuieren, deren Strahlenrisiko größer ist als das Evakuierungsrisiko – nicht aber diejenigen, deren Evakuierungsrisiko größer ist als das Strahlungsrisiko.

Auf den deutschen Ansatz bzw. die SSK-Empfehlungen bezogen, empfiehlt es sich daher nicht eine generelle Evakuierung der Mittelzone anzuordnen. Sicherlich ist eine Evakuierung der Zentralzone in jeden Fall notwendig, sofern diese noch durchgeführt werden kann, ohne Bevölkerung oder Einsatzkräfte einer Strahlendosis auszusetzen. Vielmehr sollte eine an die Gegebenheiten angepasste Berechnung der zu evakuierenden Bereiche erfolgen. Aufgrund der zu erwartenden Strahlenbelastung sollte die Zentralzone – wenn möglich – vollständig evakuiert werden, doch in der Mittelzone sollte eine an die prognostizierte bzw. tatsächliche Strahlenbelastung angepasste Evakuierung erfolgen. In den hier betrachteten Szenarien würde dies beispielsweise bedeuten, dass lediglich jeweils eine Hälfte⁶⁰ der Mittelzone evakuiert wird bzw. nur die Sektoren⁶¹ evakuiert werden, in denen das Risiko der Strahlenbelastung das Evakuierungsrisiko übersteigt. Auch die AG Fukushima empfiehlt dieses Vorgehen. Im Bericht *Rahmenempfehlung für die Planung und Durchführung von Evakuierungsmaßnahmen einschließlich der Evakuierung für eine erweiterte Region* heißt es dazu: „Soweit eine Gefährdung der Bevölkerung im Evakuierungssektor vor-

⁵⁹ Sogenannte Schatten-Evakuierungen.

⁶⁰ Siehe Abbildungen 4-2 und Abbildung 4-4. Je nach Windrichtung nur nördliche (Szenario 2) oder südliche (Szenario 1) Hälfte der Mittelzone zu evakuieren.

⁶¹ Siehe Abbildung 5-2.

läufig ausgeschlossen werden kann und die notwendigen Ressourcen nicht ausreichen, können die Sektoren auch sequenziell /partiell [sic!] evakuiert werden.“ (AG Fukushima 2014, 34).

5.3 Kapazitätsberechnung der Evakuierungswege

Wilko Dirks

Um alle möglichen Evakuierungswege sinnvoll und effizient nutzen zu können, müssen deren Kapazitäten bekannt sein. Andernfalls werden Transportwege überlastet und verzögern dadurch die Evakuierung oder es wird nicht ihre volle Kapazität ausgeschöpft, wodurch es zu Ineffizienz kommt. Im Folgenden werden daher die verschiedenen Transportwege und deren Kapazitäten betrachtet.

5.3.1 Straßenverkehr

Wilko Dirks

Beobachtungen und Messungen an Baustellen, bei denen der Zeitpunkt der Überlastung und die zugehörigen Zu- und Abschlussmengen registriert wurden, hätten zu dem Ergebnis geführt, dass in Ballungsräumen⁶² Kapazitäten von bis zu 2.000 Kfz/h pro Fahrstreifen möglich waren (Ober-Sundermeier 2003, 8). Dahingegen sei im ländlichen Raum die Kapazitätsgrenze bereits bei 1.200-1.600 Kfz/h pro Fahrstreifen erreicht worden (Ober-Sundermeier 2003, 8).

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV 2001) veröffentlichte 2001 im *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen* (HBS) die in Tabelle 5-1 dargestellten Werte für die maximale abführbare Verkehrsstärke auf Autobahnen. Das HBS ist ein in Deutschland gültiges technisches Regelwerk. Es beschreibt standardisierte Verfahren zur Kapazitätsermittlung und Qualitätsbewertung des Verkehrsablaufes für verschiedene Straßenverkehrsanlagen. Bei den Angaben zur maximal abführbaren Verkehrsstärke auf Autobahnen erfolgt eine Unterscheidung in innerhalb/außerhalb von Ballungsräumen, der vorgeschriebenen Geschwindigkeit und dem Lkw-Anteil auf der Straße. Es zeigt sich, dass eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf 100 km/h oder sogar 80 km/h eine Kapazitätsstei-

⁶² Stadtautobahnen

gerung erwirkt. Es entspricht in Deutschland den anerkannten Prinzipien der Harmonisierung des Verkehrsablaufes und findet Anwendung im Bereich der Verkehrsbeflussung. Laut Ober-Sundermeier (2003, 25) könnten die in Tabelle 5-1 angegebenen Werte nur in Ausnahmefällen überschritten werden, was insbesondere an dauerhaft hoch belasteten Autobahnen zu beobachten sei, wie beispielsweise im Ruhrgebiet.

Tabelle 5-1: Kapazitäten [Kfz/h] auf Autobahnstrecken nach HBS FGSV

Lage im Netz	Zweistreifige Richtungsfahrbahn			Dreistreifige Richtungsfahrbahn		
	Lkw-Anteil [%]			Lkw-Anteil [%]		
	0	10	20	0	10	20
Innerhalb von Ballungsräumen	4.000	3.800	3.600	5.700	5.400	5.100
Außerhalb von Ballungsräumen	3.600	3.500	3.400	5.400	5.100	4.800
T100 / T80 / Tunnel	4.100	3.900	3.700	5.800	5.500	5.200

Quelle: Eigene Darstellung nach FGSV 2001

Der US-amerikanische Ansatz, das *Highway Capacity Manual* des *Transportation Research Board*, ermittelt eine Kapazität von 2.400 Pkw-E/h⁶³ pro Fahrstreifen bei 120 km/h (Transportation Research Board 2000, 23-3). Im Gegensatz zu den deutschen Theorien reduziert sich laut dem US-amerikanischen Transportation Research Board (2000, 23-3) jedoch die Kapazität bei sinkender Geschwindigkeit. Daher reduziere sich die Kapazität eines Fahrstreifens bei Free Flow Speed von 90 km/h auf 2.250 Kfz/h und liegt damit jedoch stets noch über den deutschen Werten (Transportation Research Board 2000, 23-3). Die US-amerikanischen Angaben beruhen auf der Grundlage von idealisierten Randbedingungen; das bedeutet reiner Pkw-Verkehr und reiner Berufsverkehr.

Dabei ist bei all diesen Angaben jedoch zu bedenken, dass der Verkehrsablauf beim Übergang von stabil in instabil stark durch stochastische Einflüsse geprägt sei (Ober-Sundermeier 2003, 23). Das bedeutet, dass bei extremer Verkehrsstärke und somit hoher Dichte in Verbindung mit hoher Geschwindigkeit bereits eine einzige Störung des Verkehrsflusses, wie beispielsweise ein kurzer Bremsvorgang, zum Zusammenbrechen des Verkehrs führe.

⁶³ Level of Service E (höchste Kapazität)

In Anlehnung an Ober-Sundermeiers (2003, 115) Kapazitätsgrenze, wird auch in dieser Arbeit eine **Grundkapazität von 2.000 Kfz/h pro Fahrsteifen** festgelegt.

Wie bereits beschrieben wird sich ein Großteil der Bevölkerung in den Regionen um das AKW sowie auch in weit entfernten Gebieten selbst evakuieren. Dies wird hauptsächlich mit dem privaten Pkw der Fall sein.

Eine zweispurige Autobahn kann aufgrund obiger Festlegung somit maximal 4.000 Kfz/h abführen. Unter der Annahme, dass die Fahrzeuge durchschnittlich mit drei Personen besetzt sind⁶⁴, so kann eine zweispurige Autobahn in einer Stunde 12.000 Personen die Flucht ermöglichen. Diese Annahme ist jedoch idealisiert. Betrachtet wird ein reibungsloser Verkehrsfluss unter optimalen Wetterbedingungen. Bei einer zweispurigen Autobahn und einem solchen extremen Verkehrsaufkommen bedarf es lediglich wenige Fahrzeuge, die aufgrund einer Panne den Weg versperren und somit den Verkehr zum Erliegen bringen. Laut ADAC liegt die Wahrscheinlichkeit für eine Panne bei „unter 3 [Pkw] [...] pro 1.000 Fahrzeuge“ (ADAC 2015, 6). Hochgerechnet auf 4.000 Fahrzeuge, die in einer Stunde eine zweispurige Autobahn befahren, bedeutet dies, dass mit mehr als acht Pannenfahrzeugen zu rechnen ist. Wenn diese Pannen den bis aufs äußerste ausgelasteten Verkehr nicht komplett zum Erliegen bringen, sorgen sie zumindest – durch den sich nur langsam auflösenden Stau – für große Verzögerungen.

Folgende Ausführungen unterliegen der Annahme, dass die 90.000 zu evakuierenden Personen, wie im Szenario 1 beschrieben, ausschließlich mit privaten Fahrzeugen flüchten. Wie nachfolgender Abbildung 5-3 zu entnehmen ist, führen zunächst lediglich fünf Bundesstraßen – die sich am Rand der 20 km-Zone in acht Bundesstraßen⁶⁵ aufteilen – aus der zu evakuierenden Mittelzone hinaus. Geht man weiterhin davon aus, dass die Fahrzeuge meist mit drei Personen besetzt sind, so müssen 30.000 Pkw über maximal acht einspurige Bundesstraßen zum gleichen Zeitpunkt abgeführt werden. Ziel aller Fahrzeuge werden die Fernstraßen sein. Unter der Annahme, dass die Selbstevakuierenden zum größten Teil planlos in alle Richtungen flüchten und lediglich ein kleiner Teil aufgrund von Informationen über die Windrich-

⁶⁴ Da meist ganze Familien zusammen flüchten (vier Personen) oder Paare ergibt sich ein Mittelwert von drei Insassen pro Pkw.

⁶⁵ Bundesstraßen 83 (2x), 442, 217, 1 (2x), 240 und 66.

tung⁶⁶ in den sicheren Norden flieht, werden alle Autobahnen annähernd gleich belastet. Auf der Autobahn 2 wird es dadurch jedoch zu einer stärkeren Belastung kommen. Nimmt man an, dass rund 40% der Flüchtenden über die nächstgelegene A2 in Richtung Norden fahren und der Rest über das verzweigte Bundesstraßennetz zu anderen Autobahnen gelangt und sich dort verteilt, so muss die zweispurige A2 dennoch 12.000 Fahrzeuge aufnehmen. Die Folge ist, dass die A2 vollkommen überlastet wird und die Flüchtenden in ihren Fahrzeugen im Stau feststecken und ggf. versorgt werden müssen. Eine Autobahn ist für eine so hohe Kapazität schlichtweg nicht ausgelegt. Eine Evakuierung, die lediglich über private Pkw stattfindet ist somit sinnlos und ineffizient. Es findet lediglich eine Verlagerung des Problems statt⁶⁷ und zusätzlich werden wichtige Anmarschwege für Rettungskräfte, die aus dem ganzen Land angefordert werden, blockiert.

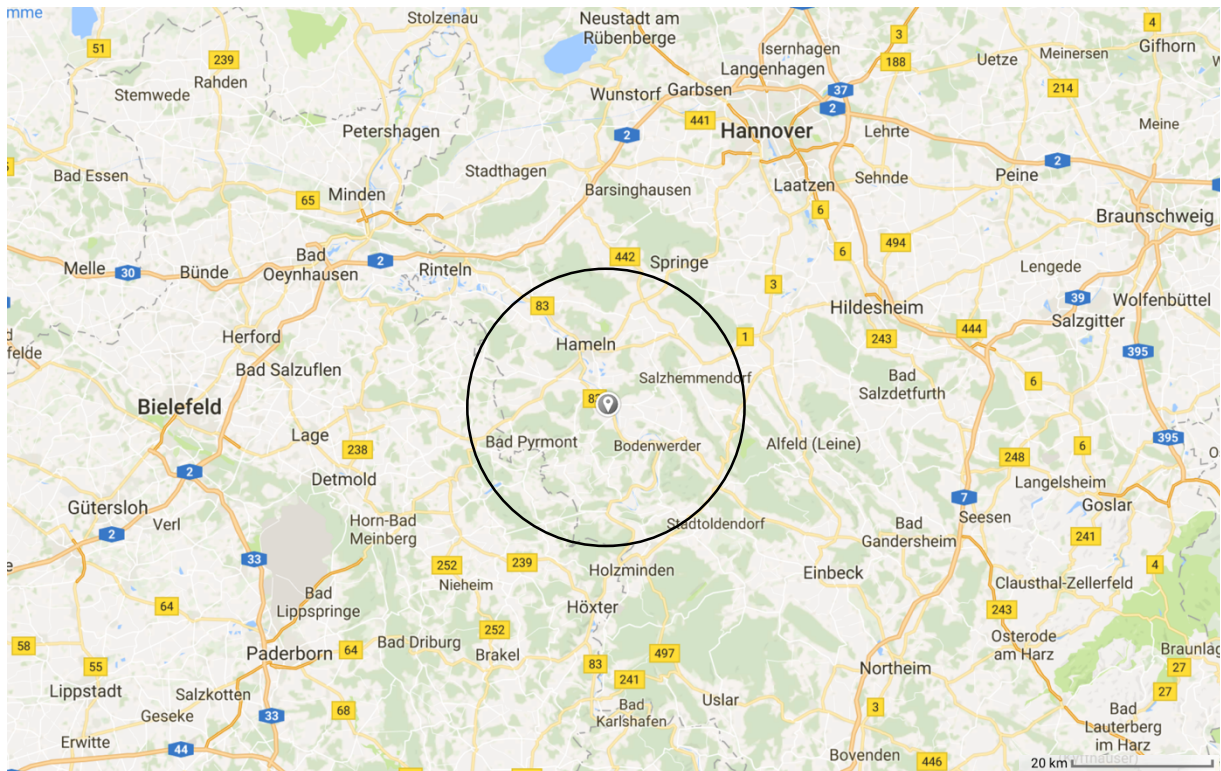


Abbildung 5-3: Übersicht über Verkehrsinfrastruktur im angenommenen Szenario 1; abgebildeter Kreis: 20 km-Mittelzone

Quelle: <https://www.google.de/maps/@51.9896624,9.0757713,9z>

⁶⁶ Im angenommenen Szenario 1 breitet sich die atomare Wolke aufgrund der Windrichtung der typischen sommerlichen Großwetterlage in Richtung Südosten aus (siehe dazu auch Abbildung 4-2).

⁶⁷ Kreutzfeldt (2016, 13) gibt dabei zu bedenken, dass bei einem gleichzeitig stattfindenden Verlassen aller Menschen einer betroffenen Region „der Verkehr [zusammenbricht] – und die Menschen im Stau [stehen], wenn die radioaktive Wolke über sie hinwegzieht, statt sich in einem Gebäude aufzuhalten, das den Großteil der Strahlung abschirmt“. Siehe dazu auch Kapitel 3 Referenzereignisse: In Japan kam es zu massiven Staus und dadurch Verzögerungen in der Evakuierung.

Unter der Annahme, dass im Szenario 1 die sich selbstständig evakuierenden Personen die Autobahn 2 zur Flucht in West/Ost-Richtung sowie die Autobahn 7 in Nord/Süd-Richtung verwenden, ergeben sich insgesamt acht nutzbare Fahrstreifen⁶⁸. Damit können 8 x 2.000 Kfz/h/Fahrstreifen, somit 16.000 Fahrzeuge, unter idealisierten Bedingungen innerhalb einer Stunde abgeführt werden.

5.3.2 Schienenverkehr

Kevin Pfaff

Unter dem Begriff *Schienenkapazität* wird im Allgemeinen die Gesamtanzahl der Fahrbahntrassen bezeichnet, welche in einem festgelegten Zeitraum, auf einem ausgewählten Streckennetz und auf Grundlage eines definierten Angebotskonzeptes, in marktkonformer Qualität gefahren und geplant werden kann (Fiechter 2011, 3). Zum grundlegenden Verständnis der Benutzung von Zügen als Evakuierungsmittel sind kapazitätsbeeinflussende infrastrukturelle Merkmale zu betrachten.

Erstens ist die Anzahl der Gleise mit Ausweichmöglichkeiten auf Strecken und Bahnhöfen zu betrachten. Die Streckenkapazität ist wesentlich vom Ausbauzustand der Bahnhöfe und der Beschaffenheit der Zulaufstrecken abhängig. Der Begriff Ausbauzustand meint weitere Ausweichgleise für Züge. So können Überholmanöver und Kreuzungen gewährleistet werden. Dabei wirkt auch die Fahrbahnlänge für besagte Manöver deterministisch.

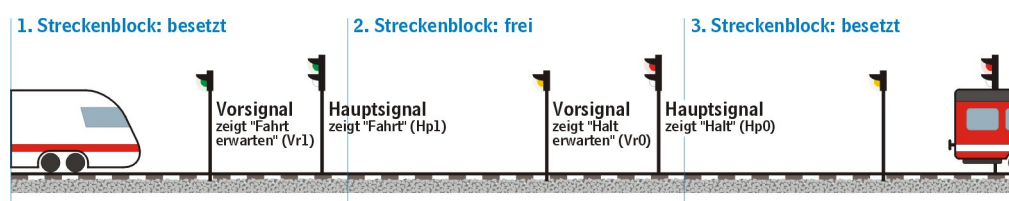


Abbildung 5-4: Kapazitätswirkung von Sicherheitsabständen auf den Fahrbetrieb

Quelle: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5d/Streckenblock.jpg>

Zweitens sind die Blockabstände Teil der Betrachtung. Es ist nicht möglich auf einer Eisenbahnstrecke eine beliebige Anzahl Züge fahren zu lassen. Das liegt an dem erheblich höheren Bremsweg im Vergleich zum Straßenverkehr. Sicherheitsabstände werden auch als Blockabstand bezeichnet. Exemplarisch ist das Verfahren in obiger

⁶⁸ Unter der Annahme, dass die Autobahnen zweispurig sind und in beide genannten Richtungen jeweils gleichmäßig bewahren werden.

Abbildung 5-4 dargestellt. Eine höhere gleichzeitige Zugfrequenz kann erreicht werden, indem eine Strecke in mehrere Blockabstände unterteilt wird.

Als drittes kapazitätsbeeinflussendes Merkmal sind Gleis-Überschneidungen zu nennen. Streckenabzweige sind in einem großen Eisenbahnnetz in einer vielfachen Anzahl vorhanden. Abkreuzungskonflikte schränken die Kapazität ein, während Unterführungen die gleichzeitige Fahrt zweier Züge ermöglichen.

Diese genannten Faktoren beeinflussen wesentlich die Kapazität von Bahnstrecken. Denn vor allem im Evakuierungsfall ist es wichtig, nicht nur die Kapazität einzelner Züge zu betrachten, sondern auch das Gesamtsystem. Die Behörden müssen bei der Planung zur Verwendung von Zügen als Evakuierungsmittel solche Einflüsse bedenken und eine Risikoabschätzung vornehmen.

Um nun herauszufinden, in welchem Umfang Personen aufgenommen werden können und zum Aufnahmegebiet, Flughafen oder nächstgelegenen Hauptbahnhof transportiert werden können, müssen die fahrzeuggebundenen baulichen Aufnahmekapazitäten verschiedener Züge betrachtet werden. Nur in Kombination beider Betrachtungen kann eine Aussage darüber getroffen werden, welcher Stellenwert den Zügen im Fall eines nuklearen Unglücks zukommt.

Der Zugverkehr wird in Form mehrerer Zugarten mit unterschiedlicher Kapazität betrieben. Doppelstockwagen⁶⁹, die im Regional- sowie Fernverkehr eingesetzt werden, bieten insgesamt 506 Sitzplätze sowie 715 Stehplätze⁷⁰ (Bombardier 2016a). Ein ICE 3 kann bis zu 416 Passagiere transportieren (Bombardier 2016b). Diese Kapazitätsangaben umfassen sowohl Sitz- als auch Stehplätze. Geht man davon aus, dass durch eine Erhöhung der Blockabschnitte nicht alle 30 Minuten ein Zug vom Hauptbahnhof Hameln abfährt, sondern alle 15 Minuten oder weniger, können beispielsweise vier doppelstöckige Regionalexpressse 4.884 Menschen pro Stunde transportieren. Durch die Verwendung mehrerer Gleise und der Berücksichtigung sämtlicher kapazitätseinschränkender Faktoren ist eine Verdrei- oder Vervielfachung der Kapazität möglich. Ab dem Hauptbahnhof Hannover können 416 Personen in einem schnellen ICE 3 weitertransportiert werden. Die Kapazität ist immer stark von der Art des Zuges und dem Intervall abhängig. Denkbar ist zudem, dass die Züge keine lan-

⁶⁹ Auch bekannt als Regionalexpress.

⁷⁰ Unter der Annahme: Zwei Steuerwagen und drei Mittelwagen.

gen Strecken zurücklegen, sondern von Station zu Station fahren, die Personen also zwei- bis dreimal umsteigen. Hier muss abgeschätzt werden, welche Möglichkeit die effektivere ist. So können möglichst viele Personen aus dem direkten Umfeld des AKW in Sicherheit gebracht werden. Der Anwendungsbereich gilt analog zur Evakuierung in Philippsburg in Baden-Württemberg. Hier ist der Hauptbahnhof Stuttgart nennenswert mit dessen 18 Bahnsteigen sowie ICE-, RE- und S-Bahn Haltestellen.

Unter Beachtung der Schienenkapazität, der Verfügbarkeit der Züge sowie des benötigten Personals, ist der Zugverkehr sehr gut geeignet, um in relativ kurzer Zeit eine große Menschenmenge zu Aufnahmegebieten oder anderen Knotenpunkten zu bringen. Ohne eine Vorplanung lässt sich keine konkrete Aussage darüber treffen, welche Wege speziell in welchem Umfang genutzt werden können. Umfangreiche Abstimmungsmaßnahmen zwischen dem Katastrophenschutz und den Bahnbetreibern müssen getroffen werden, vor allem wenn die Kapazität der Schienen ausgeweitet werden soll.

5.3.3 Wasserverkehr

Kevin Pfaff

Die Schifffahrt ist eine schwer kalkulierbare Größe, da im betrachteten Gebiet kein planbarer Linienverkehr mit Binnenschiffen existiert, die zum Personentransport vorgesehen sind. In erster Linie muss von den Behörden ermittelt werden, welches Schiff welche Aufnahmekapazität besitzt.

Die *Wasserstraßen- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes* – in Form des *Wasser- und Schifffahrtsamtes Minden* – nimmt jährlich eine Aufteilung der Binnenflotte nach Bundesländern und Wasserstraßengebieten vor. In Niedersachsen gab es 2015 nach dessen Angaben 57 Tagesausflugsschiffe für 8.830 Personen, fünf Fahrgastschiffe (Binnensee) für eine maximale Personenanzahl von 913 und elf Personenbarkassen für 458 Menschen (Wasser- und Schifffahrtsamt Minden 2015b). Zudem stünden sieben Personenfähren mit einer Fahrgastanzahl von 505 und acht Wagenfähren mit einer Kapazität für 1.946 Personen zur Verfügung (Wasser- und Schiff-

fahrtsamt Minden 2015b).⁷¹ Die Gebiete der vorläufigen Sperrzone in Hessen und Thüringen können über den Main oder den Fluss Gera verlassen werden.

Wichtigste Routen zur Benutzung von Schiffen und Booten sind der Rhein im Süden, die Weser, Fulda, Gera sowie der Mittellandkanal mit dessen Abzweigungen.

Die Kapazität ist also je nach Region in der Bundesrepublik sehr unterschiedlich. Da nicht alle Gewässerbereiche mit denselben Schiffen befahren werden dürfen, ist eine gründliche Betrachtung der Einsatzmöglichkeiten eines solchen Transportmittels unerlässlich. Wenn Barkassen zur Evakuierung hinzugezogen werden, muss die Bereitstellung in der Vorplanung festgeschrieben sein. Zudem müssen die Kommunikationsabläufe besprochen werden. In erster Linie sind Personenbarkassen und Tagesausflugsschiffe in Betracht zu ziehen, da sie die höchste Verfügbarkeit aufweisen und am Sichersten sind. Da die in dieser Ausarbeitung ausgewählten Kraftwerke nicht an einer Küste liegen, ist nicht damit zu rechnen, dass große Passagierschiffe oder ähnliche zur Evakuierung bereitstehen. Große Containerschiffe sind vorrangig auf der Elbe unterwegs. Mit dieser Verfügbarkeit kann jedoch nicht kalkuliert werden, da Schadensort und Tageszeit des nuklearen Unfalls nicht vorhersehbar sind.

Der Landkreis Hameln-Pyrmont umgibt geografisch die Mittelweser. Dieser Fluss dient als Verbindung zwischen den niedersächsischen und bremischen Seehäfen mit dem Mittellandkanal als sogenannte Ost-West-Achse. Im Jahr 2014 erreichte das Verkehrsaufkommen im Bereich des Wirtschaftsverbandes Weser zehn Millionen Tonnen (Wirtschaftsverband Weser e. V. 2011, 4). So kann angenommen werden, dass das Verkehrsaufkommen auch noch in den Folgejahren ansteigen wird. Es ist jedoch zu beachten, dass es sich hierbei meist um Massengüter wie Kohle und Baustoffe handelt. Inwiefern diese Schiffe auch als Personentransporter dienen, muss in einer gesonderten Analyse festgestellt werden.

Durch die Verwendung von Schiffen mit der damit zusammenhängenden planerischen Problematik, können womöglich 10 bis 20% der betroffenen Bevölkerung in Niedersachsen⁷² evakuiert werden. In Baden-Württemberg⁷³ wird der prozentuale Anteil zwischen 20 und 30% liegen, da der Rhein als Hauptader in Deutschland auch

⁷¹ Exemplarische Kapazitätsbetrachtung des Binnenschiffverkehrs in ganz Niedersachsen. Ein Zusammenziehen dieser Kapazität an einem Ort – wie es für eine Evakuierung notwendig wäre – ist aufgrund der langen Zeitdauer der Anfahrt nicht möglich.

⁷² Szenario 1

⁷³ Szenario 2

von zahlreichen großen Schiffen befahren werden darf. Die Frequentierung der Schiffe in einem Streckenabschnitt muss entsprechend erhöht werden.

Zuletzt muss auch in der Schifffahrt festgelegt sein, welche Anlegestellen für die Schiffe und Boote vorhanden sind und wie der Transport der Bevölkerung zu den Sammelstellen erfolgen soll. Eine weitere Erläuterung von Bussen in der Funktion als Zubringer wird in den Kapiteln 5.10.1 sowie 5.10.2 vorgenommen.

5.3.4 Luftverkehr

Wilko Dirks

Der Luftraum bietet große Kapazitäten zum Passagier- und Frachttransport. Im Folgenden werden zunächst die Transportkapazitäten der Bundeswehr betrachtet, da in dieser Arbeit die Bundeswehr große Aufgaben bei der Evakuierung übernimmt.

Der Transporthubschrauber CH-53, der zum Personen- und Materialtransport eingesetzt werden kann, verfügt laut Bundeswehr über die Kapazität bis zu „36 Soldaten“ (Kommando Luftwaffe 2015) zu transportieren.

Die Transall C-160D ist ein taktisches Transportflugzeug mittlerer Größe. Es ist eines der größten und bisher das am häufigsten vertretene Transportflugzeug der Luftwaffe. Die Transall C-160D könne „bis zu 93 Passagiere [und] [...] drei Schwerstverletzte oder bis zu 16 Tonnen Material transportieren und - wenn nötig - auf unbefestigten Plätzen landen“ (Kommando Luftwaffe 2013).

Doch die Luftwaffe rüstet bei den Transportflugzeugen seit 2013 auf Airbus A400M-Flugzeuge um. 53 Transportmaschinen dieses Typs erwarte die Luftwaffe (Kommando Luftwaffe 2016). Der A400M ist ein strategisches und taktisches Transportflugzeug und könne bis zu 116 Soldaten transportieren (Kommando Luftwaffe 2016). Alle A400M sind vorerst am Standort Wunstorf beim Lufttransportgeschwader (LTG) 62 stationiert. Der Luftwaffenstützpunkt befindet sich nur 48 km Luftlinie vom AKW Grohnde entfernt und dient daher optimal als Evakuierungsknotenpunkt, zumal bereits unzählige Transportmaschinen an diesem Stützpunkt vorhanden sind.

Zusätzlich können mit dem umgebauten Airbus A310 MRTT der deutschen Bundeswehr, einem der modernsten MedEvac-Flugzeugen der Welt, maximal 56 Verletzte transportiert werden, so die Bundeswehr (Redaktion der Bundeswehr 2013). Sechs Intensivbetten für Schwerstverletzte seien ebenfalls an Bord. Der Airbus A310 MRTT

sei am Flughafen Köln/Bonn stationiert und der Flugbereitschaft des Bundesministeriums der Verteidigung unterstellt (Redaktion der Bundeswehr 2013).

Die Kapazität eines Flughafens hängt von zahlreichen Faktoren ab, wie der Größe des Airports oder die Anzahl an Start- und Landebahnen. Die Flughafenkapazität misst sich jedoch letztendlich in Flugbewegungen pro Stunde. Der Hannover Airport, der im Szenario 1 einen der nächstgelegenen Flughäfen darstellt, verfügt laut Niedersächsischem Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2016) über eine Kapazität von 60 Flugbewegungen⁷⁴ pro Stunde. Beim Flughafen Stuttgart, der im Szenario 2 einen der nächstgelegenen Airports darstellt, sollen derzeit bis zu 42 Flugbewegungen in der Stunde möglich sein (Kritzinger et al. 2009, 55). Am Flughafen Düsseldorf sind es aktuell 47 Flugbewegungen pro Stunde, die – wie auch in Stuttgart – zukünftig auf 60 Flugbewegungen pro Stunde ausgedehnt werden sollen (Flughafen Düsseldorf GmbH 2015, 5). Als Richtwert kann somit eine Flughafenkapazität von 60 Flugbewegungen in der Stunde für einen durchschnittlichen Airport angenommen werden.

5.4 Führungsorganisation

Kevin Pfaff

„Im Bereich der Entscheidungsfindung fehlt eine abgesicherte Grundlage, die den schwerwiegenden Eingriff der Evakuierung absichert und insbesondere die Hauptverwaltungsbeamten auf Ebene der unteren Katastrophenschutzbehörden unterstützt.“ (Deutscher Bundestag 2016, 119)

Mit diesem Zitat wird die Tragweite einer unregelmäßigen Entscheidungsgrundlage für die agierenden Fachbehörden und Entscheidungsträger im Falle einer groß angelegten Evakuierung verdeutlicht. Durch die interkommunale, grenz- oder landesüberschreitende Evakuierung wird die Zusammenarbeit zwischen den beteiligten Behörden in zeitkritischen Situationen ohne Festlegung von Zuständigkeiten, Austauschprozessen oder Verantwortungsträgern um ein Vielfaches erschwert. Vor allem im rückwärtigen Bereich der Führung ist für die Hauptverwaltungsbeamten ein Gremium einzurichten, welches eine dynamische und lageabhängige Entwicklung des nuklea-

⁷⁴ Starts und Landungen

ren Unfalls aufzeichnet, die Informationen analysiert und gebündelt an die Verantwortlichen weitergibt oder selbst Entscheidungen aus dem Wissen ableitet. Umso wichtiger ist es in diesem Zusammenhang, dass ein zentraler einheitlicher vom Bund organisierter Führungsstab mit festgelegten Hierarchien und Aufgabenverteilungen einberufen wird. Dieser Stab erfüllt den Zweck, die eingehenden Informationen zu bündeln, die aktuelle radiologische Lage abzubilden, lange Befehls- und Meldewege zu minimieren und wichtige operative Entscheidungen von einer zentralen Stelle aus zu veranlassen. Die Bildung zahlreicher Stäbe der Polizei, der Feuerwehr und des Katastrophenschutzes in den betroffenen Städten, Kreisen und Ländern würde zu Meinungsverschiedenheiten, konträren Aussagen sowie zeitintensiven und mangelhaften Abstimmungen untereinander führen – dies gilt es zu verhindern.

Die Strahlenschutzkommission nimmt in der Rahmenempfehlung *Weiterentwicklung des Notfallschutzes durch Umsetzen der Erfahrungen aus Fukushima* Bezug auf die Krisenbewältigung in Japan. Das Krisenmanagement stand auf „keiner ausreichend tragfähigen Planungsgrundlage“ (SSK 2015b, 17). Der Ministerpräsident in Japan berief einen Stab ein und erschwerte die Handlungsfähigkeit der notwendigen Behörden, da er deren Vorsitzende aus den Behörden ausgliederte und in seinen Stab aufnahm.

Die Zuständigkeiten und Aufgaben zur Bewältigung der Naturkatastrophe und des nuklearen Unfalls in Japan schienen laut SSK unbekannt oder blieben unbeachtet. Die Zusammenarbeit von Regierung und dem Kraftwerksbetreiber TEPCO war geprägt von Misstrauen und unzureichender Kooperation. Konträre Anweisungen und widersprüchliche Angaben an die Öffentlichkeit waren die Folge (SSK 2015b, 17).

Als möglicher Lösungsansatz wird in dieser Ausarbeitung der bundesweit zentrale Bundeswehr-Krisenstab in Potsdam genannt. Dieser ist ständig besetzt, bündelt sämtliche Entscheidungen und kann die operative Bewältigung der Schadenslage federführend übernehmen. Primär dient das sogenannte Einsatzführungskommando dazu, die militärischen Einsätze der Bundeswehr im Ausland zu koordinieren und Weisungen zu erteilen.

Die Stabsführungsstruktur lässt sich in drei Ebenen aufteilen. Der obersten strategischen Ebene ist der Bundesverteidigungsminister und Generalinspekteur zuzuordnen. Die operative Ebene bildet der Befehlshaber des Einsatzführungskommandos.

Zuletzt stellen deutsche Kontingentführer die taktische Ebene dar, die alle Handlungen im Tätigkeitsgebiet befehligen. Im Einsatzführungskommando in Potsdam trifft sich ein zuständiges Einsatzteam, welches alle Belange des Einsatzortes bearbeitet. Die Einsatzkoordination verfügt zur Feststellung der Lage über spezielle Arbeitsgruppen, welche die Ergebnisse beurteilen und Entscheidungen vorbereiten.

Zudem beschäftigt der Stab ein sogenanntes „Koordinierungsdezernat“ (Einsatzführungskommando der Bundeswehr 2013, 13), welches sämtliche fachübergreifende Angelegenheiten abarbeitet. Der Grundansatz bei dieser Zusammenkunft ist eine „querschnittliche Besetzung“ (Einsatzführungskommando der Bundeswehr 2013, 9) aus Verantwortungsträgern zur Bündelung der Operationsplanung, -führung und -auswertung. Dem Einsatzführungskommando stehen mehrere Operationszentralen in Potsdam zur Verfügung. Die Operationszentrale 1 sei nach eigenen Angaben rund um die Uhr besetzt. Von den vor Ort tätigen Einsatzkontingenten kämen stetig neue Meldungen, die es auszuwerten gelte. Räumlich angegliedert ist das Alarmzentrum der Bundeswehr. In bestimmten Fällen diene dieses Zentrum der Alarmierung zuständiger Behörden und Dienststellen. Zudem wird angemerkt, dass neben der taktischen Führung vor Ort, der Befehlshaber des Kommandos direkt in das Einsatzgeschehen eingebunden werden könne. Durch aktuelle Lagebilder stehen den Führungskräften somit immer alle wesentlichen Informationen zur Verfügung. Speziell für den nationalen Einsatz, beispielsweise im Fall einer militärischen Evakuierung, kann die Bundeswehr auf eine weitere separate Operationszentrale mit moderner Kommunikations- und Informationstechnik zurückgreifen (Einsatzführungskommando der Bundeswehr 2013, 15).

Die bisher dargestellten Grundstrukturen des Bundeswehr-Stabes lassen sich analog auf das Schadensszenario eines schweren Kraftwerksunglückes in Niedersachsen und Baden-Württemberg beziehen. Da ein nuklearer Unfall jedoch kein reiner Militäreinsatz ist, sind weitere Grundsäulen wie auswärtige, innere und wirtschaftliche Interessen in der Stabsarbeit zu berücksichtigen. Wie bereits eingangs erwähnt, ist nach Erfahrung des Verfassers ein bundesweit zentrales Radiologisches Lagezentrum unter der Federführung der Bundeswehr anzustreben und ein „Kompetenznetzwerk [75] zur Krisenbewältigung“ (Kuhlen 2014, 150) zu bilden. Dieser Stab soll eine fachli-

⁷⁵ Das Kompetenznetzwerk ist im Sinne des „grenzüberschreitende[n] Katastrophenschutzmanagement[s]“ (Kuhlen 2014, 150) aus qualifizierten Experten und Fachleuten aus den Bereichen der Strahlenschutzvorsorge, des Strahlenschutzes, der operativen Gefah-

che Lagedarstellung und -bewertung sowie die kerntechnische Überwachung durchführen und die Informationen an die im Krisenmanagement beteiligten Bundes- und Landesbehörden weiterleiten. Als weitere Aufgaben sind die Einschätzung des Kernanlagenzustandes, Erhebung messtechnischer Daten im direkten Umfeld der Anlage, Berücksichtigung von Quelltermen⁷⁶, das Abschätzen der Notwendigkeit medizinischer Interventionen, die Errichtung von Notfallstationen, die Anordnung der Verteilung von Kaliumiodid-Tabletten aus den Zentrallagern durch das THW, Zusammenführung der kerntechnischen Fachkompetenz, die Beratung von diversen im Evakuierungsgebiet tätigen Hilfsorganisationen, die Versorgung der Presse mit lageaktuellen belastenden Informationen sowie die Unterstützung und Entscheidungskompetenz bezüglich der Bevölkerungswarnung und -evakuierung (Kuhlen 2014, 151). Aktuell werde laut Bundestag gemeinsam mit dem BBK und dem Innenministerium Baden-Württembergs an einem geeigneten Verfahren zur Sicherstellung und Unterstützung von Evakuierungsentscheidungen gearbeitet, welches den Verantwortlichen (i.d.R. Hauptverwaltungsbeamte) im Laufe des Jahres 2017 bereitgestellt werden könne (Deutscher Bundestag 2016, 119).

5.4.1 Zusammensetzung

Kevin Pfaff

Nach eingehender Beschreibung der Schadensszenarien mit den damit verbundenen behördlichen und gefahrenabwehrtechnischen Maßnahmen, ist die Komplexität der Evakuierungsplanung anhand eines nuklearen Unfalls hinreichend dargestellt. Ebenso ist klar, dass es in einer derartigen zeitkritischen Situation von besonderer Bedeutung für das Gemeinwohl der Bevölkerung ist, ständig über eine aktuelle radiologische Lage zu verfügen und die Entscheidungen idealerweise von einer zentralen Stelle zu veranlassen. Ein atomarer Unfall bewirkt grenzüberschreitende Maßnahmen. Eine Zusammenarbeit zwischen Bund, Ländern, Katastrophenschutz- und Gefahrenabwehrbehörden sowie Fachexperten aus dem Fachbereich Strahlenschutz ist

renabwehr sowie Regierungsvertretern zu bilden (Kuhlen 2014, 150). Die genaue Zusammensetzung des Bundeswehrstabes wird unter Kapitel 5.4.1 Zusammensetzung konkretisiert.

⁷⁶ Quellterme bezeichnen unterschiedliche Freisetzungsszenarien. Anhand dieser potentiellen Szenarien kann die sich daraus entwickelnde Strahlendosis abgeschätzt und entsprechende Gegenmaßnahmen eingeleitet werden. Einflussnehmende Faktoren sind die Dauer der Freisetzung, die Freisetzungsmenge sowie der Freisetzungsort. Besonders für den Katastrophenschutz ist der Beginn der eigentlichen Stofffreisetzung für die Evakuierungsplanung von entscheidender Bedeutung [vgl. Tabelle 4.1 „Freisetzungskategorien der Quelltermbibliothek des Entscheidungshilfesystems RODOS“ (Walter et al. 2014, 14)].

immanent. So verfügt die Bundeswehr über ein in Potsdam ansässiges Einsatzführungskommando, welches zu jeder Zeit einsatzbereit ist und als Dreh- und Angelpunkt für die Krisenbewältigung dienen kann.

In der Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage zum Thema *Nuklearer Katastrophenfall - Katastrophenschutz und Evakuierung* (Deutscher Bundestag 2010) heißt es, der Katastrophenschutz sei gemäß der ausschließlichen Gesetzgebung Angelegenheit der einzelnen Bundesländer. Weiter heißt es: „Der Bund [habe] im nuklearen Notfallschutz bei der unmittelbaren Gefahrenabwehr, zu denen die Evakuierung als eine mögliche Maßnahme gehört, keine Zuständigkeiten“ (Deutscher Bundestag 2010, 1). Der Katastrophenschutz in der direkten und weiteren Umgebung der betroffenen Kernanlage sei landesrechtlich von den jeweiligen unteren Behörden wahrzunehmen. „Es gibt keine Evakuierungspläne des Bundes für den Nuklearen Katastrophenfall“ heißt es von Seiten des Deutschen Bundestages (2010, 1) auf Anfrage des BMUB. Für das Kraftwerk Grohnde in Niedersachsen ist als zuständige Katastrophenschutzbehörde der Landkreis Hameln-Pyrmont zu nennen. Dieser trifft mit Unterstützung der Gemeinden die Maßnahmen der Jodblockade, Evakuierung, Bildung der Technischen Einsatzleitung und Aufstellung eines weisungsbefugten Katastrophenschutzstabes (Landkreis Hameln-Pyrmont 2016). Kuhlen (2014, 149) folgert aus dem Unglück in Fukushima, dass der Katastrophenschutz bei Szenarien derart großen Ausmaßes nicht mehr in kleinen Dimensionen geplant werden dürfe. Übertrage man die Maßnahmen der Behörden Japans analog auf das Kernkraftwerk im niedersächsischen Grohnde, hätte der komplette Landkreis vollständig evakuiert werden müssen. Das folgenschwere Ergebnis wäre dann die Auflösung der Katastrophenschutz-Einsatzleitung sowie des Radiologischen Lagezentrums. Ferner wären die Befehlsketten zum Erliegen gekommen und das Katastrophenmanagement in seiner ursprünglichen Form nicht weiter durchführbar gewesen. Zudem müssen Kritische Infrastrukturen erhalten bleiben und sehr große Bevölkerungsteile kurz- oder langfristig umgesiedelt werden. Die in „Katastrophenschutz-Sonderpläne[n]“ (Kuhlen 2014, 149) festgehaltenen Unterbringungsmöglichkeiten in Nachbarkreisen scheinen bei einer großflächigen Schadenslage nicht zielführend, da eine Umsiedlung sehr stark von den meteorologischen Bedingungen abhängt und langfristig schwer planbar sei (Kuhlen 2014, 148).

So lässt sich die Aussage treffen, dass der Bund gemeinsam mit den Ländern die Verantwortung für die Krisenbewältigung übernehmen und Handlungskonzepte erarbeitet werden müssen, die auf gemeinsamer Arbeit beruhen. Unterschiedliche Institutionen und Behörden müssen in Potsdam zusammenkommen. Nur so können ohne lange Meldewege schnellstmöglich wichtige Entscheidungen der Gefahrenabwehr und Verwaltung miteinander abgestimmt und der Bevölkerung mitgeteilt werden. Eine klar strukturierte Führungsorganisation ermöglicht, dass der „Einsatz der Kräfte effizient erfolgt“ (SSK 2015a, 11). Folgende Fachgebiete sollten nach Ansicht der Verfasser dieser Arbeit in dem zentralen Bund-Länder-Krisenstab zur „Gewährleistung einer gemeinsamen Meinungsbildung“ (Kuhlen 2014, 154) beteiligt werden:

Radiologisches Lagezentrum

- Strahlenschutzkommission (SSK)
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK)
- Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS)
- Im Strahlenschutz fachkundige Verbindungspersonen des Anlagenbetreibers sowie die Kerntechnische Hilfsdienst GmbH
- Sachverständige für Strahlenschutz
- Strahlenschutzärzte
- Vertreter der zuständigen Aufsichtsbehörde
- Berater für Meteorologie, Deutscher Wetterdienst (DWD)

Krisenstab der Bundesregierung

- Bundesministerium des Innern (BMI)
- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB)
- Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI)
- Bundesministerium für Gesundheit (BMG)
- Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

Krisenstab der Landesregierung Niedersachsen⁷⁷

- Niedersächsisches Ministerium für Soziales, Gesundheit und Gleichstellung
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
- Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr

Krisenstab der Landesregierung Baden-Württemberg⁷⁸

- Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration
- Ministerium für Klima und Energiewirtschaft
- Ministerium für Verkehr

Katastrophenschutz- und Gefahrenabwehrbehörden

- Landrat und Vertreter des Landtages
- Kreisverwaltung der betroffenen und umliegenden Gebiete

Abgesehen von dem Radiologischen Lagezentrum in Bonn, sind alle oben aufgeführten Krisenstäbe selbstverständlich in dem zentralen Bund-Länder-Krisenstab in Potsdam zu bündeln.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass zur Krisenbewältigung und Notfallplanung sowohl die Länder als auch der Bund im Stab vertreten sein sollten, da anzunehmen ist, dass das Schadensausmaß⁷⁹ Folgen über die Grenzen eines Bundeslandes hinweg hat und übergeordnete politische Entscheidungen getroffen werden müssen. Da die Entscheidungsträger zum Zeitpunkt des Ereignisses disloziert, also an unterschiedlichen Orten gebunden sind, müssen die Meldewege festgelegt werden. Die Regierungsvertreter aus Berlin müssen das Einsatzführungskommando in Potsdam anfahren, während das Radiologische Lagezentrum im BBK in Bonn verbleibt und die genannten Experten, Kommissionen⁸⁰, Fachkundige und Ärzte dem

⁷⁷ Im Szenario 1

⁷⁸ Im Szenario 2

⁷⁹ In diesem Zusammenhang sei auf das Kapitel 4.6 Auswirkungen auf KRITIS/Versorgung verwiesen, in dem sämtliche, auf die einzelnen Sektoren wirkenden, Einflüsse beschrieben werden.

⁸⁰ U. a. Krisenstab der Strahlenschutzkommission

Bundeswehrstab in Potsdam per Videokonferenz zugeschaltet werden.⁸¹ So kann gewährleistet werden, dass wenig kostbare Zeit durch eine lange Anfahrt aller Stabsmitglieder an einen zentralen Ort verloren geht. Trotzdem ist eine frühzeitige Abstimmung zwischen wichtigen Hoheitsträgern möglich. Bis zum Eintreffen aller Stabsmitglieder bzw. dem Zustandekommen des Stabes ist zu unterstellen, dass – verglichen mit einer Leitstelle – die Weisungsbefugnis bei dem ständig tagenden Stab der Bundeswehr liegt.⁸²

5.4.2 Prioritäten-Festlegung

Kevin Pfaff

Zwischen Beginn des auslösenden Ereignisses und dem Austritt einer beträchtlichen Menge radioaktiver Strahlung vergehen mit Versagen des Druckbehälters des Reaktors 21 Stunden. Eine Evakuierung der Bevölkerung wird in den Gebieten erforderlich, in denen von einer Überschreitung des Eingreifwertes⁸³ ausgegangen werden kann. Die Zentralzone wird als 5 km-Radius um das betroffene Kraftwerk definiert. Die Mittelzone bildet der Umkreis von 20 km (vgl. Abbildung 5-2). Da weder die Außenzone mit einem 100 km-Radius noch das gesamte Bundesgebiet als vierte Zone für eine Evakuierung vorgesehen ist, sind diese auch nicht Bestandteil der weiteren Betrachtung. Die Evakuierung der gesamten Bevölkerung aus der zentralen Zone sollte nach Empfehlung der SSK sechs Stunden nach erster Kenntnis der zuständigen Behörden abgeschlossen sein. Die Evakuierung der Mittelzone sollte innerhalb von 24 Stunden abgeschlossen sein. Analog zur Zentralzone müssen die Maßnahmen „Aufenthalt in Gebäuden, Verteilung und Einnahme von Iodtabletten sowie Evakuierung“ (SSK 2015a, 15) eingeleitet werden. Für die Außenzone sowie das gesamte Bundesgebiet gilt die lageabhängige und auf Prognosen beruhende Planung der Iodtablettenverteilung. Verteilerwege und Ausgabeverfahren sind entsprechend festzulegen (SSK 2015a, 27). Ist der mögliche Freisetzungszeitpunkt erreicht und radio-

⁸¹ Derzeit ergibt sich keine effektivere Lösung für die Zuschaltung der Experten und Vertreter zum Bundeswehrstab in Potsdam. Wie im Kapitel 4.6.1 Sektor Energie erläutert, sind Ausfälle in der Energieversorgung anzunehmen, die somit die Videozuschaltung erschweren. Vorplanerisch sollte hierauf eingegangen werden und die zuständigen Stellen (u. a. Radiologisches Lagezentrum im BBK in Bonn) mit Notstrom sowie Bundeswehr-Kommunikationsmitteln (evtl. Satellit) ausgestattet werden.

⁸² Aufgrund der zeitkritischen Situation der Zentralzone: Die Evakuierung der Zentralzone kann bereits durch die Bundeswehr vorbereitet und ggf. durchgeführt werden bis der Stab vollständig einsatzbereit ist.

⁸³ Der Eingreifwert liegt bei „100 mSv durch äußere Exposition in 7 Tagen und effektive Folgedosis durch die in diesem Zeitraum inhalieren Radionuklide bei unterstelltem Daueraufenthalt im Freien“ (AG Fukushima 2014, 35).

aktives Material tritt aus, müssen die Evakuierungsmaßnahmen abgebrochen werden, da das Risiko sowohl für die Rettungskräfte als auch für die Öffentlichkeit zu groß ist. Personen, die nicht mehr evakuiert werden können, sollten aus Gründen des größtmöglichen Schutzes unbedingt in den eigenen Häusern verbleiben (Deutscher Bundestag 2016, 41).

Das oben genannte Zeitfenster muss von den zuständigen Behörden effektiv genutzt werden, um den Schaden von einem möglichst großen Bevölkerungskreis so gering wie möglich zu halten. Dabei gilt der Grundsatz zu beachten, dass für Strahlendosen von weniger als drei mSv das Evakuierungsrisiko größer sei als das Strahlungsrisiko.⁸⁴ Das heißt, es sollten nicht planlos, sondern in Abhängigkeit der Messergebnisse und Probenentnahmen bestimmte Gebiete evakuiert werden, sodass der Nutzen größer als der Aufwand ist und somit effektiv gearbeitet werden kann (Conklin und Edwards 2000, 141). Die Evakuierungszonen sind also nicht statisch zu definieren, sondern dynamisch.⁸⁵

In den Kapiteln 4.2 und 4.3 wird festgelegt, dass das zu evakuierende Gebiet um das KWG im Süden Niedersachsens nahezu 90.000 Personen und das Gebiet um das KKP-2 im nördlichen Baden-Württemberg fast 390.000 Menschen umfasst. Hinsichtlich der Prioritätensetzung gilt es jetzt zu beachten, welche Personen bzw. -gruppen zuerst evakuiert werden sollten. Denn hier ist wichtig zu bedenken, dass die für ein solches Szenario zur Verfügung stehenden materiellen und personellen Ressourcen knapp sind und somit optimal eingesetzt werden müssen.⁸⁶ Der Bund-Länder-Krisenstab muss also festlegen, welche Evakuierung zu verantworten ist und welche nicht. Ziel muss es hierbei sein, nicht qualitativ, sondern quantitativ zu evakuieren.⁸⁷ Schutzmaßnahmen müssen ihre bestmögliche Wirksamkeit entfalten können.

Sofern es in der gegebenen Zeit nicht möglich ist, die Gesamtzahl aller im Evakuierungsgebiet lebenden Personen zu evakuieren, müssen neben der Einteilung in eine Zentral- und Mittelzone seitens des Stabes Prioritäten gesetzt werden. So sollten Kindertagesstätten, Schulen, Jugendherbergen sowie die allgemeine Anwesenheits-

⁸⁴ Siehe dazu Kapitel 5.2 Evakuierungszonen und Planungsgebiete.

⁸⁵ Siehe dazu ebenfalls Kapitel 5.2 Evakuierungszonen und Planungsgebiete.

⁸⁶ Eigenbetroffenheit von Einsatzkräften führt zur Reduzierung der Verfügbarkeit und erschwert somit die Lagebewältigung. Siehe dazu auch Kapitel 4.6.6 Sektor Staat und Verwaltung.

⁸⁷ Es sollte ein utilitaristischer Ansatz zum Einsatz kommen, denn es gilt möglichst viele Menschenleben zu retten.

bevölkerung zuerst evakuiert werden. Veranstaltungseinrichtungen für Messen, Konzerte und Großereignisse, Großunternehmen, Industrieunternehmen, Geldinstitute, die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung, Eisenbahnverkehrsbetriebe, Krankenhäuser, Alten-/Pflegeheime, Reha-Kliniken/Psychiatrische Einrichtungen, Wohn- und Arbeits-einrichtungen für Menschen mit Behinderungen und Justizvollzugsanstalten hingegen müssen im Sinne einer besonderen Einrichtung spezielle Evakuierungskonzepte planen oder auch die Verteilung von Iodtabletten festlegen (AG Fukushima 2014, 17f.).

Hinsichtlich der Krankenhäuser und Pflegeheime gibt es Besonderheiten zu beachten. Im Fall einer Evakuierung sind zahlreiche Personen auf Unterstützung anderer angewiesen. Sie befinden sich in besonderen oben genannten Pflegeeinrichtungen oder Privathaushalten und sind aufgrund des Alters oder einer Behinderung zu keiner eigenständigen Evakuierung imstande. Die AG Fukushima empfiehlt in diesem Zusammenhang die freiwillige Registration hilfsbedürftiger, blinder oder gehörloser Personen (AG Fukushima 2014, 20). Es ist zwischen gehfähigen, mobilitätseingeschränkten, liegend zu transportierenden und betreuungswürdigen Menschen zu differenzieren. Entsprechende Transportmittel⁸⁸ sind vorzuhalten. Letztere nehmen sehr viel Zeit sowie personelle und materielle Ressourcen in Anspruch. In dieser Zeit können wesentlich mehr Personen evakuiert werden. Aus Zeitgründen ist daher zu empfehlen, Krankenhäuser und pflegebedürftige Personen nachgeordnet zu evakuieren, sodass einer möglichst großen Anzahl an Menschen eine Evakuierung gelingen kann.⁸⁹

5.5 Kommunikation

Wilko Dirks

In der Frühphase des Reaktorunfalls in Japan kam es zu einem erheblichen Kommunikationsproblem zwischen allen Beteiligten. Es gab keine geregelte Kommunikation zwischen dem Betreiber des Kernkraftwerkes TEPCO und dem zuständigen Stab des Ministerpräsidenten. Die Bildung von großem Misstrauen war die Folge. Doch auch zwischen dem Radiologischen Lagezentrum und dem Stab des Minister-

⁸⁸ Rettungstransportwagen, Intensivtransportfahrzeuge, Notarzteinsatzfahrzeuge und Krankentransportfahrzeuge.

⁸⁹ Verfolgung eines utilitaristischen Ansatzes.

präsidenten, die sich sogar im selben Gebäude befanden, gab es keinen bzw. nur unzureichenden Kontakt, so die Strahlenschutzkommission (SSK 2015b, 85). Empfehlungen und fachliche Bewertungen des Radiologischen Lagezentrums erreichten somit gar nicht die Verantwortlichen. Die japanischen Behörden hatten in der Frühphase der Bewältigung des Unfalls darüber hinaus – aufgrund des Erdbebens und des Tsunami – mit Ausfällen von Kommunikationskanälen zu kämpfen. Neben der zerstörten Infrastruktur gäbe es jedoch auch Hinweise auf mangelhafte Kommunikationspläne, so der offizielle Bericht der *The National Diet of Japan, Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission* (Kurokawa et al. 2012).

Die Strahlenschutzkommission kommt nach einer externen Überprüfung der geltenden Gesetze und Regeln für den Notfallschutz in Deutschland zu dem Schluss, dass die Melde- und Kommunikationsverpflichtungen der Betreiber kerntechnischer Anlagen umfangreich sowie mehrfach redundant geregelt seien und es keine Notwendigkeit der Erweiterung oder Änderung gebe (SSK 2015b, 85). Geregelt sei die Alarmierung zuständiger Dienststellen und Behörden. Die anschließende Kommunikation sei in den jeweiligen Katastrophenschutzplänen enthalten.

Äußerst wichtig ist es Zuständigkeiten zu klären, um Missverständnisse der Verantwortlichen zu vermeiden und Informationen gezielt weitergeben zu können. Es muss klar sein, wer für welche Bereiche zuständig ist. Man kann davon ausgehen, dass mit der Klärung der Zuständigkeiten ebenfalls die Kommunikationswege und -partner ersichtlich werden.

Ausgelöst durch die Ereignisse in Japan wurde auf Bundesebene die Stabsorganisation des Bundesumweltministeriums verwendet. Das Bundesamt für Strahlenschutz, der Krisenstab der Strahlenschutzkommission und die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit kamen als ein improvisiertes Radiologisches Lagezentrum zum Einsatz. Diese Zusammensetzung – zumal sie planerisch nicht vorgesehen war – führte zu einer unregelmäßigen Kommunikation, die erst später optimiert wurde. Daher sollte zukünftig in allen Bereichen eine verbindliche Aufgabenzuweisung für Institutionen bei einem kerntechnischen Unfall erfolgen. Dazugehörige Kommunikationsregeln müssen detailliert beschrieben werden.

Wie sich in Japan zeigte, ist mit weiträumigen Ausfällen der Kommunikationsverbindungen, vor allem der Mobilfunknetze zu rechnen.⁹⁰ In einigen Gebieten sei die Kommunikation nur noch über Satellitentelefonie möglich gewesen (SSK 2015b, 89). Es zeigt sich, dass sowohl Kommunikationsverbindungen als auch Kommunikationstechnik bei einem nuklearen Unfall ausfallsicher, redundant, robust, bevorrechtigt, schnell und zuverlässig sein müssen. Die Einschätzung der radiologischen Lage, die die Voraussetzung zur Durchführung von Schutzmaßnahmen darstellt, ist ohne eine sichere Kommunikation nicht möglich. Man sollte stets davon ausgehen, dass terrestrische Kommunikationssysteme instabil und verletzbar sind. Die Einwirkung von Naturkatastrophen, die zu Ausfällen von Kommunikationssystemen führen kann, ist in den Regelwerken für den Notfallschutz bislang nicht berücksichtigt (SSK 2015b, 90).

Zum einen muss bei einem kerntechnischen Unfall die Kommunikationstechnik einen Informations- und Datenaustausch innerhalb des Atomkraftwerkes⁹¹ gewährleisten. Zum anderen muss eine Herstellung und Aufrechterhaltung der Kommunikation zwischen Behörden, Betreiber, Radiologischen Lagezentren, Einsatzkräften, Polizei, Feuerwehr, Hilfsorganisationen sowie der Öffentlichkeit⁹² sichergestellt werden.

Dazu empfiehlt es sich die Kommunikation hauptsächlich auf Satellitenkommunikation umzustellen. Folgendes Konzept könnte in Erwägung gezogen werden, um die Kommunikation geregelt und trotz zerstörter Infrastruktur bzw. lokaler Stromausfälle aufrecht zu erhalten. Um eine geordnete und gebündelte Kommunikation mit dem Bundeswehr-Stab in Potsdam sicherzustellen und diesen nicht mit Anfragen und Informationen zu überlasten, sollte der Informationsaustausch über Satellitentelefonie erfolgen, die lediglich für die Führungskräfte⁹³ zugänglich ist. Die einzelnen Einsatzkräfte, die vor Ort die Evakuierung durchführen, behalten – wenn möglich – die gewöhnliche Kommunikation über den regulären Funk bei. So können diese sich untereinander absprechen und die Evakuierung im Detail organisieren, während die Führungskräfte mittels Satellitentelefon Lagemeldungen an den Stab weitergeben bzw.

⁹⁰ In Japan waren es die Auswirkungen von Erdbeben und Tsunami, die zu Ausfällen in den Kommunikationsnetzen führten. Im Szenario, das in dieser Arbeit betrachtet wird, kommt es in Folge des kerntechnischen Unfalls vermutlich zu Stromausfällen. Dadurch ist auch hier mit großen Ausfällen in der Telekommunikation zu rechnen. Siehe dazu auch Fußnote 81.

⁹¹ Interne Kommunikation

⁹² Externe Kommunikation

⁹³ Beispielsweise Zugführer der Feuerwehr oder von Hilfsorganisationen.

Aufträge vom Stab direkt an die Führungskräfte vor Ort gehen. Somit kann die wichtige, übergeordnete Kommunikation auch während Störungen in der Energieversorgung aufrechterhalten werden. Eine einheitliche Kommunikationsstruktur, beispielsweise die der Bundeswehr, sollte zum Einsatz kommen. Es bietet sich an, daher auch die Kommunikationskanäle der Bundeswehr zu verwenden. Alle diese Maßnahmen müssen zuvor detailliert in Kommunikations- bzw. Katastrophenschutzplänen festgehalten werden, in denen geregelt wird, welche Kommunikationsstruktur und welche Meldewege, etc. zu verwenden sind. Ohne entsprechende Vorbereitung und Bereitstellung von Ressourcen, wie Satellitentelefonen, ist eine geordnete und damit zielführende Kommunikation nicht möglich.

5.6 Information und Warnung der Bevölkerung

Wilko Dirks

Bei Eintritt eines kerntechnischen Unfalls ist die betroffene Bevölkerung unverzüglich zu warnen und über die möglichen Auswirkungen aufzuklären. Die Bevölkerung muss bereits beim Voralarm der Einsatzkräfte Informationen und Anweisungen über geeignetes Verhalten zum Schutz erhalten. Die Empfehlungen der SSK im *Leitfaden zur Information der Öffentlichkeit in kerntechnischen Notfällen* können dazu als Orientierung dienen (SSK 2007). Durch Sirenensignale⁹⁴ oder andere Mittel, die eine Weckfunktion besitzen⁹⁵, sollte die Warnung der Bevölkerung über den kerntechnischen Unfall erfolgen. Zur selben Zeit muss die Bevölkerung über die Medien konkret zum Vorfall informiert werden. Unverzüglich und wiederholt sollte die Unterrichtung durch amtliche Verlautbarungen über Internet, Rundfunk, Fernsehen, Warn-SMS/App, etc. durchgeführt werden. Auch mithilfe des bundeseigenen Satellitenwarnsystems MoWas⁹⁶ des BBK kann die Bevölkerung unverzüglich und regional über die Gefahr der Freisetzung aus einem Kernkraftwerk informiert werden (Deutscher Bundestag 2016, 11). Auch die vom Bund bereitgestellte Notfall-Informations- und Nachrichten-App (NINA) für Smartphones kann Anwendung finden, ebenso wie

⁹⁴ Einminütiger Heulton.

⁹⁵ Z. B. Lautsprecherdurchsagen.

⁹⁶ Zur Übermittlung der Warnung an die Medien.

das Handy-Programm Katwarn, wobei „Warnungen [...] bei allen Nutzern direkt aufs Display geschickt“ (Kreutzfeldt 2016, 13) werden.

Vor der Evakuierung muss die Erstinformation und Warnung der betroffenen Bevölkerung zur bevorstehenden Evakuierung erfolgen. Hierzu bieten sich Gefahren-durchsagen an, aber auch andere Mittel können Verwendung finden. Die Warnung kann auch persönlich durch Einsatzkräfte oder aus dem persönlichen Umfeld⁹⁷ erfolgen. Rundfunkmedien, Presseagenturen und soziale Netzwerke stehen darüber hinaus als wichtiges Warn- und Informationsmittel zur Verfügung. Die behördlichen Verfahren zur Information der betroffenen Bevölkerung sollten im Rahmen der Regelungen der jeweiligen Gefahrenabwehrplanung festgehalten werden. Dabei ist darauf hinzuweisen, dass es bei schweren kerntechnischen Unfällen zu einer raschen Evakuierung der Zentralzone⁹⁸ kommen kann, die einer aktiven Mitarbeit und Unterstützung der Bevölkerung bedarf.

Die Bevölkerung muss – nachdem sie über das auslösende Ereignis informiert wurde – konkrete Informationen zur bevorstehenden Evakuierung erhalten. Kreutzfeldt (2016, 13) schreibt hierzu in der Wochenzeitung *Das Parlament*, herausgegeben durch den Deutschen Bundestag, dass die „Informationen, was in welchen Gebieten zu tun ist, [...] dann im Internet sowie über Rundfunk und Fernsehen verbreitet werden“ sollten. Um eine Panik und unkontrollierbare Fluchtströme von Selbstevakuierenden zu vermeiden, sollte die Information möglichst unverzüglich, sachgerecht und verständlich erfolgen, da „falsches Verhalten [...] die Auswirkungen eines Atomunfalls verschlimmer[e]“ (Kreutzfeldt 2016, 13). Die Bevölkerung muss klare Anweisungen zum Vorgehen erhalten. Kreutzfeldt (2016, 13) gibt dabei zu bedenken, dass bei einem gleichzeitig stattfindenden Verlassen aller Menschen einer betroffenen Region „der Verkehr [zusammenbricht] – und die Menschen im Stau [stehen], wenn die radioaktive Wolke über sie hinwegzieht, statt sich in einem Gebäude aufzuhalten, das den Großteil der Strahlung abschirmt“. Um eine Kapazitätsüberlastung der Straßenverkehrswege – aufgrund der Selbstevakuierung eines jeden Einzelnen mit dem privaten Pkw – zu vermeiden und Rettungsachsen freizuhalten, empfiehlt es sich der Bevölkerung, einhergehend mit den ersten Warnungen direkt nach dem Ereignis, den Verbleib im Haus zu raten. Da es ohnehin eine große Menge an Selbstevakuie-

⁹⁷ Familie, Freunde, Nachbarn, etc.

⁹⁸ 5 km-Radius um das AKW.

renden geben wird, kann abgewogen werden ggf. die Empfehlung auszusprechen, nach Möglichkeit private Ausweichquartiere aufzusuchen. Um eine unkontrolliert ablaufende Evakuierung weitestgehend zu vermeiden und sicherzustellen, dass die Bevölkerung in die richtige Richtung und weit genug evakuiert wird, sollte die Bevölkerung jedoch im Haus verbleiben. Der Krisenkommunikation durch die Behörden kommt daher eine zentrale Aufgabe zu. Sie muss von Offenheit, Transparenz sowie Glaubwürdigkeit bzw. Konsistenz geprägt sein. So kann Vertrauen mit der betroffenen Bevölkerung aufgebaut werden. Im Anschluss müssen präzise Angaben zum Vorgehen erfolgen, z. B., dass die Bevölkerung zunächst im Haus verbleiben sollte. Eine Unterrichtung über die festgelegten Evakuierungsbezirke ist durchzuführen, damit die Bewohner wissen in welchen Evakuierungsbezirk sie sich befinden. Mittels genauen Angaben zu Uhrzeit und Ort werden die Personen informiert, wann sie sich an den jeweiligen Sammelstellen⁹⁹ im Evakuierungsbezirk einfinden sollen und wo sich diese befinden. Von den Sammelstellen werden die Personen dann zu Evakuierungsknotenpunkten transportiert, an denen größere Transportmittel, wie Züge, Flugzeuge, etc. zur Evakuierung bereitstehen. Diese Informationen, wie auch Evakuierungswege und Aufnahmestellen, müssen der Bevölkerung im Rahmen der Transparenz mitgeteilt werden. Ferner sollte die betroffene Bevölkerung Informationen und Hinweise erhalten, was für den Aufenthalt im Aufnahmegebiet wichtig ist¹⁰⁰. Falls es zu einer Evakuierung eines kontaminierten Gebietes kommt, ist auf die Notfallstationen hinzuweisen.

5.7 Sicherheit und Ordnung

Kevin Pfaff

Im Evakuierungsfall sind zahlreiche Behörden an der Krisenbewältigung beteiligt. Um jederzeit die öffentliche Sicherheit und Ordnung während des Evakuierungsprozesses zu gewährleisten, unterstützt die Polizei als zuständige Gefahrenabwehrbehörde bei den erforderlichen Maßnahmen.

Es ist anzunehmen, dass in dieser Zeit besonders viele Diebstähle und Plünderungen stattfinden, da die Straftäter die Zeit der Unordnung und Beschäftigung der Ret-

⁹⁹ Siehe zu Sammelstellen auch Kapitel 5.8 Gliederung des Evakuierungsgebietes.

¹⁰⁰ Mitnahme von Arzneimitteln, persönlicher Dokumente, usw.

tungs- und Sicherheitskräfte ausnutzen. Aus diesem Grund gilt es das evakuierte Gebiet verstärkt zu bewachen. Dazu gehört unter anderem eine Kontrolle der Zufahrtsmöglichkeiten. In Abstimmung mit den anderen Behörden sind auch Absperrmaßnahmen zu veranlassen. Einsatzkräften und dem Bedienpersonal kritischer Infrastrukturen ist die Zu- und Abfahrt jederzeit zu ermöglichen. Die AGBF fügt hinzu, dass die Verkehrslenkung zu einer Überforderung der Polizei als Folge von Personalmangel führen könne, weshalb eine Unterstützung durch Radio und Online-Tools dringend zu empfehlen sei (AGBF Bund 2016, 3). Für den Schutz der KRITIS ist in erster Linie der Betreiber selbst verantwortlich. Zudem werden einige Pendler versuchen, in das Evakuierungsgebiet zu fahren, um die Familie abzuholen. Schaulustige werden ebenfalls eintreffen. Gegebenenfalls sind von der Polizei geeignete Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Als weiteres Aufgabengebiet der Polizei ist die Unterstützung der Bevölkerungswarnung mithilfe von Lautsprecherfahrzeugen zu nennen. Sie sind dafür zuständig, das Evakuierungsgebiet zu räumen. Als primäre Verantwortung der Polizei sind verkehrslenkende Maßnahmen sowie Straßensperrungen zu nennen. Andere Katastrophenschutzorganisationen können für diese Maßnahmen aufgrund fehlender Ausbildung nicht eingesetzt werden. Es muss gewährleistet werden, dass sowohl die Evakuierungsrouten¹⁰¹ als auch die Rettungsachsen befahrbar bleiben. In das Gebiet einfahrende Personen sollten, wenn möglich, ferngehalten bzw. umgeleitet werden. Als Hilfestellung für einen koordinierten Evakuierungsprozess sind entsprechende Beschilderungen eine große Hilfe. Der öffentliche Personennahverkehr – falls noch vorhanden¹⁰² – muss ebenfalls bewacht werden (AG Fukushima 2014, 26). Gemäß dem Notfallplan des Landkreises Merzig-Wadern falle die Unterstützung bei der Einrichtung von Kontaminationskontrollstellen ebenfalls in den Aufgabenbereich der Polizei, welcher in dieser Arbeit jedoch nicht Bestandteil der Betrachtung ist (Weber 2011, 21). Wie in Kapitel 5.4.2 bereits beschrieben, gehört die Evakuierung von Justizvollzugsanstalten und damit das Verbringen von Strafgefangenen zu einer Sonderregelung. Hier muss die Polizei gemäß der Sonderplanung maßgeblich bei deren Transport mitwirken (AG Fukushima 2014, 26).

¹⁰¹ Siehe Kapitel 5.9 Evakuierungsrouten.

¹⁰² Siehe dazu Kapitel 5.10.1.2 Öffentlicher Personennahverkehr.

Alle hier genannten Aufgaben werden unter ständigem lageabhängigem Selbstschutz durchgeführt. In Abhängigkeit der Messwerte und einer zu hohen Eigengefährdung, ist von Maßnahmen im entsprechenden Bereich abzusehen.

5.8 Gliederung des Evakuierungsgebietes

Wilko Dirks

Eine der ersten behördlichen Maßnahmen bei Eingang einer Alarmmeldung mit Thema kerntechnischer Unfall ist, das gefährdete Gebiet und damit den Evakuierungsbereich festzulegen. Die Festlegung erfolgt anhand der gewonnenen Erkenntnisse durch die Lageermittlung¹⁰³. Darauffolgend ist das Evakuierungsgebiet anhand der Sektoren und Zonen¹⁰⁴ zu benennen und fortlaufend an die Lageentwicklung anzupassen. In jedem Fall sollte bei rasch ablaufenden Unfällen mindestens die Zentralzone als Evakuierungsgebiet festgelegt werden.

Zur Gliederung des zuvor festgelegten gesamtheitlichen Evakuierungsgebietes lässt sich Folgendes festhalten. Das gesamte zu evakuierende Gebiet sollte in Evakuierungsbezirke gegliedert werden. Für diese Maßnahme sind Informationen über die Bevölkerungszahl einzuholen. Die Evakuierungsbezirke sollten in möglichst gleich große Bereiche bezüglich der Anzahl der Bevölkerung eingeteilt werden. Während in ländlichen Regionen eine Einteilung in die 30°-Sektoren der Mittelzone ausreichend sein mag, kann im urbanen Raum eine grobe Einteilung in die 30°-Sektoren mit einer genaueren Einteilung in Stadtviertel (Bezirke) notwendig sein. Mindestens eine Sammelstelle ist jedem Evakuierungsbezirk zuzuordnen und der Bevölkerung mitzuteilen. An den Sammelstellen wird die Bevölkerung von bereitgestellten Transportmitteln aufgenommen und zu größeren Evakuierungsknotenpunkten transportiert.

Sammelstellen sind geographische Punkte, an denen die zu evakuierenden Personen zusammenkommen¹⁰⁵, um mit organisierten Transportmitteln evakuiert zu werden. Die Sammelstellen sind so zu planen, dass sie im Regelfall leicht zu Fuß für die

¹⁰³ Die Durchführung der Lageermittlung erfolgt mit den zum jeweiligen Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Informationen über die Emissions- und Immissionssituation, den Anlagenzustand und die meteorologische Lage durch das zuständige Radiologische Lagezentrum. Während sie in der Vorfreisetzungsphase zunächst auf Prognosen beruht, werden später die tatsächlichen Messungen in der Umgebung zu genaueren Erkenntnissen führen (SSK 2015a, 20).

¹⁰⁴ Siehe Kapitel 5.2 Evakuierungszonen und Planungsgebiete.

¹⁰⁵ U. a. die Personen, die keine eigenen Transportmöglichkeiten nutzen können.

Evakuierenden zu erreichen sind. Dennoch ist darauf zu achten, dass diese Orte eine ausreichende Kapazität zur Aufnahme von Transportfahrzeugen¹⁰⁶ aber auch zur An- und Abfahrt privater Verkehrsmittel haben. Generell empfiehlt sich ein im Kreis verkehrender Bus-Shuttle-Service zur Sammelstelle. Neben den definierten Sammelstellen können auch Haltestellen des öffentlichen Personenverkehrs verwendet werden, soweit es die Lage und die Transportkapazitäten zulassen. Dies sollte jedoch lediglich eine sekundäre Lösung darstellen, da sich auf die Aufrechterhaltung des ÖPNV nicht verlassen werden kann.¹⁰⁷ Die Sammelstellenstandorte sind entsprechend zu kennzeichnen und der betroffenen Bevölkerung bekannt zu geben.

5.9 Evakuierungsrouten

Kevin Pfaff

Die Strahlenschutzkommission empfiehlt in der *RE Weiterentwicklung des Notfallschutzes durch Umsetzen der Erfahrungen aus Fukushima* eine Anpassung der „Broschüren [und] Internetinformationen für Kernkraftwerke im Leistungsbetrieb an die neuen Planungsgebiete“ (SSK 2015b, 92). Das bedeutet konkret, dass die planerische Einteilung des Evakuierungsgebietes in eine Zentral-, Mittel- und Außenzone erfolgen und stetig zu aktualisieren ist. Zudem muss eine graphische Darstellung erfolgen. Für die Zentral- und Mittelzone empfehlen sich topographisch detaillierte Karten. Die SSK fügt hinzu, dass „die in den Broschüren bisher dargestellten Evakuierungsrouten und Aufnahmebereiche [...] entfallen [sollen]“ (SSK 2015b, 92). Dies beruht auf der Grundannahme, dass nie feste Evakuierungsrouten und Aufnahmebereiche für jeden Fall geplant bzw. standardisiert werden können. Welche Städte oder Kreise evakuiert werden müssen und in welche Richtung dies geschieht, kann erst nach eingehender Prüfung individuell auf Grundlage von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und radiologischen Messwerten festgelegt werden. Ist eine Kernschmelze nicht mehr abwendbar, müssen schnell wichtige Entscheidungen getroffen werden. Da die innere Zone in einem 5 km-Radius um das Kraftwerk am stärksten bedroht ist, sollte die Zentralzone unter Mitarbeit der Bevölkerung frühestmöglich evakuiert werden (SSK 2015b, 92).

¹⁰⁶ Vor allem Busse.

¹⁰⁷ Siehe dazu auch Kapitel 5.10.1.2 Öffentlicher Personennahverkehr.

Es ist hinsichtlich des Evakuierungsverhaltens der Bevölkerung davon auszugehen, dass sich ein großer Teil der Bevölkerung jeglichen behördlichen Anweisungen widersetzt und mit dem Privatwagen Freunde oder Verwandte aufsucht, um dort kurz- oder mittelfristig bis zur Freigabe des Gebietes zu wohnen. Da diese Methode die unsicherste und störanfälligste ist, stehen für den Personentransport öffentliche Transportmittel zur Verfügung, z. B. Busse und Bahnen, aber auch die Schiff- und Luftfahrt. Da jede Person individuell entscheidet, welches Transportmittel gewählt wird, ist stets von einem überlastenden Straßenverkehrsaufkommen auszugehen. Um Autos, Flugzeuge, Bahnen oder auch Schiffe bestmöglich als Transportmittel zu nutzen, gilt es seitens der Planungsbehörden, sich präventiv über eine effiziente Verkehrslenkung Gedanken zu machen. Hierfür müssen verschiedene an Transportmittel gebundene Evakuierungsrouten entwickelt werden. Diese sind ausschließlich von der Bevölkerung zu nutzen. Um das An- und Abfahren von Einsatzkräften zu ermöglichen, sind separate Rettungsachsen zu bilden, die von der Bevölkerung keineswegs benutzt werden dürfen. So wird am ehesten ein weitgehend problemloses Verkehrsmanagement gewährleistet, da die Einsatzkräfte nicht im Stau stehen bleiben (Horn und Naumann 2016, 18).

Der Deutsche Bundestag (2016, 40) gibt an, dass nach Auslösen des Katastrophenalarms der in die vorläufige Sperrzone mündende Straßenverkehr nach vorher ausgearbeiteten Plänen umgeleitet wird. Eine Gefährdung der Personen durch Begehen oder Befahren soll so verhindert werden. Die im Evakuierungsgebiet lebenden Personen können die Sperrzone immer verlassen. Rettungsachsen bleiben den Rettungskräften vorbehalten und werden freigehalten. Der Schienenverkehr, die Schifffahrt und Luftfahrt werden von den jeweiligen Stellen koordiniert (Deutscher Bundestag 2016, 40).

Die AG Fukushima (2014, 12f.) regt an, mit den für die örtlichen und überörtlichen Autobahnen, Bundes-, Landes- und Kreisstraßen zuständigen Institutionen konkrete Absperrpläne und Verkehrslenkungsmaßnahmen festzulegen. Die Polizei wirkt hierbei wesentlich mit. Hinsichtlich einer zügigen Abarbeitung der Evakuierung und Kanalisierung des Straßenverkehrs sind, wie erwähnt, leistungsfähige Verkehrswege zu wählen. Entsprechende Routen sind im Unglücksfall der Bevölkerung bekannt zu geben. In Abhängigkeit der Lage des Kraftwerkes sind auch überregionale und grenzübergreifende Verkehrsmaßnahmen entsprechend abzustimmen.

Abbildung 4-2 ist zu entnehmen, dass die radioaktiv kontaminierten Luftmassen am Kraftwerk Grohnde¹⁰⁸ in Niedersachsen in Richtung Süden ziehen, der Norden ist nicht von einer Strahlenbelastung betroffen. Somit müssen Evakuierungsrouten nach Norden geplant werden.

Abbildung 4-4 verdeutlicht hingegen eine Ausbreitung in nördliche bzw. nordöstliche Richtung am KKP-2¹⁰⁹. In diesem Bereich ist mit einer hohen Überschreitung der Eingreifwerte zu rechnen, sodass hier entsprechende Evakuierungsstrecken in südlicher Richtung ausgearbeitet werden müssen.

Da nicht alle zu evakuierenden Personen mit nur einem Verkehrsträger abtransportiert werden können, werden im folgenden Kapitel 5.10 sowohl luftgebundene, als auch schienen- und wassergebundene Evakuierungsrouten anhand der beiden Kraftwerke in Niedersachsen und Baden-Württemberg aufgezeigt.

5.10 Transport und Verkehrsmanagement

Kevin Pfaff

In diesem Kapitel geht es um die konkrete Darstellung der Evakuierungsrouten anhand der Verkehrsträger Straße, Schiene, Wasser und Luft. Dabei werden zahlreiche Einflussfaktoren berücksichtigt, wie die jeweiligen Kapazitäten der Transportmittel, die Interdependenzen, die Ausbreitungsrichtung der radioaktiv kontaminierten Wolke sowie die zeitabhängige potenzielle Umschlagmenge, d. h. die Menge an Personen, die innerhalb eines definierten Zeitraumes evakuiert werden kann. Anhand des Kartenmaterials, bereitgestellt durch Google Maps, können Anlaufstellen für die Bevölkerung abgebildet werden.

Es müssen bei der Evakuierungsplanung stets die örtlichen Gegebenheiten berücksichtigt werden. In einer Großstadt stehen in diesen Ballungsräumen meist öffentliche Transportmittel in einem engmaschigen Intervall zur Verfügung. Zahlreiche Haltestellen können als Anlaufstellen dienen. Diese gilt es jedoch im Voraus als solche auszuweisen. In einem ländlichen Raum wie Grohnde ist mit einem weniger ausgebauten Verkehrsnetz zu rechnen.

¹⁰⁸ Szenario 1

¹⁰⁹ Szenario 2

Ab dem Zeitpunkt, zu dem in Fukushima eine Freisetzung radioaktiver Stoffe als Folge der fehlenden Kühlung der Reaktorkerne nicht mehr abwendbar erschien, wurden zum Bevölkerungsschutz unterschiedliche Maßnahmen angeordnet. Am frühen Abend des 11. März 2011 leiteten die Behörden eine Evakuierung in einem 2 km-Radius ein. In den nächsten 24 Stunden wurde dieser Radius um das Zehnfache vergrößert. Den Personen außerhalb des definierten Evakuierungsradius wurde am 15. März 2011 der Aufenthalt im Gebäude empfohlen. Diese Empfehlung hielt sieben Tage an. Zur selben Zeit wurde um das Kernkraftwerk eine 30 km weite Flugverbotszone eingerichtet. Des Weiteren ordnete die japanische Küstenwache den küstennahen Schiffen eine Räumung im Umkreis von zehn Kilometern an (GRS 2016, 60).¹¹⁰

Die Studie des *Institut du développement durable et des relations internationales* (IDDRI) von 2013 betitelt die Evakuierung der Behörden als: „chaotic, as the municipalities had been trying to find ways to evacuate all of their residents, a situation for which they had never practiced before“ (Hasegawa 2013, 26). Durch das Fehlen eines geordneten Krisenmanagements sowie Öffentlichkeitswarnung, kam es laut der Studie des IDDRI zu folgender Situation: „many people self-evacuated, using their own cars [which] created an enormous traffic jam on the escape route and delayed the whole evacuation process, leaving the population significantly distressed“ (Hasegawa 2013, 26).

Um solche Szenarien in Deutschland zu vermeiden und frühestmöglich eine erfolgsversprechende Evakuierung der umliegenden Bevölkerung einzuleiten, sind aussagekräftige Planungen unter besonderer Berücksichtigung des Verkehrsmanagements vorzunehmen. Es darf im Ernstfall nicht passieren, dass die Bevölkerung nicht darüber informiert ist, wie stark die umliegenden Gebiete wirklich kontaminiert sind. Eine zusätzliche Gefährdung durch Informationsmangel muss unbedingt verhindert werden.

Laut des Schreiben *Die Schwachstellen des AKW Grohnde – Aktueller Handlungsbedarf für die Aufsichtsbehörde* von Frau Oda Becker (2013) können Mängel in den Katastrophenschutzplänen festgestellt werden. Es sei anzunehmen, dass im Fall einer Evakuierung 50 bis 70% der Bevölkerung mit dem Privatwagen fliehe, sodass Staus trotz vorsorglicher Planung wohl nicht zu verhindern seien. Nach Becker seien

¹¹⁰ Für weitere Ausführungen siehe Kapitel 3 Referenzereignisse.

verkehrslenkende Maßnahmen oder Einbahnstraßenverkehr¹¹¹ auch nicht überall vorgesehen. Teilweise würden die Planungen an der Landkreisgrenze aufhören. Der Landkreis Hameln-Pyrmont plane eine Evakuierung mittels „Evakuierungs-Züge[n] nach Hildesheim“ (Becker 2013, 22). Der Plan der Behörden in Hildesheim würde dieses Verkehrsmanagement jedoch nicht bestätigen. Ableitend lässt sich dazu sagen, dass aus diesem Grund eine detaillierte Verkehrsplanung erfolgen muss. Denn obwohl die Eintrittswahrscheinlichkeit nicht hoch ist, ist sie dennoch gegenwärtig.

Welche Möglichkeiten der Evakuierung mit der effizienten Benutzung mehrerer Verkehrsträger bestehen, wird in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich anhand von Kartenmaterial und Erläuterungen dargestellt. Dabei wird das Augenmerk auf bestimmte Verkehrsrouten sowie Rettungsachsen gelegt und ausgeführt, welche Besonderheiten bei der Planung zu beachten sind.

5.10.1 Straßenverkehr

Wilko Dirks

Wie bereits beschrieben wird sich ein Großteil der Bevölkerung ohnehin selbst evakuieren. Rund um das AKW und weit entfernt davon wird es zu großen Fluchtströmen kommen. Dies wird hauptsächlich mit dem privaten Pkw der Fall sein.

Eine zweispurige Autobahn kann aufgrund der Definition in Kapitel 5.3.1 maximal 4.000 Kfz/h abführen. Unter der Annahme, dass die Fahrzeuge durchschnittlich mit drei Personen besetzt sind¹¹², so kann eine zweispurige Autobahn in einer Stunde 12.000 Personen die Flucht ermöglichen. Diese Annahme ist jedoch idealisiert. Betrachtet wird ein reibungsloser Verkehrsfluss unter optimalen Wetterbedingungen. Bei einer zweispurigen Autobahn und einem solchen extremen Verkehrsaufkommen bedarf es lediglich wenige Fahrzeuge, die aufgrund einer Panne den Weg versperren und den Verkehr zum Erliegen bringen. Laut ADAC liege die Wahrscheinlichkeit für eine Panne 2015 bei „unter 3 [Pkw] [...] pro 1.000 Fahrzeuge“ (ADAC 2015, 6). Hochgerechnet auf 4.000 Fahrzeuge, die in einer Stunde eine zweispurige Autobahn befahren, bedeutet dies, dass mit mehr als acht Pannenfahrzeugen zu rechnen ist.

¹¹¹ Durch die Nutzung aller in eine Richtung führenden Fahrstreifen auf der Autobahn kann gemäß dem Begriff „contraflow“ ein schnelles Verlassen des Evakuierungsgebietes gewährleistet werden (siehe dazu Kapitel 5.1 Evakuierungskonzepte der Literatur).

¹¹² Da meist ganze Familien zusammen flüchten (vier Personen) oder Paare ergibt sich ein Mittelwert von drei Insassen pro Pkw.

Wenn diese Pannen den bis aufs äußerste ausgelasteten Verkehr nicht komplett zum Erliegen bringen, sorgen sie zumindest – durch den sich langsam auflösenden Stau – für große Verzögerungen.

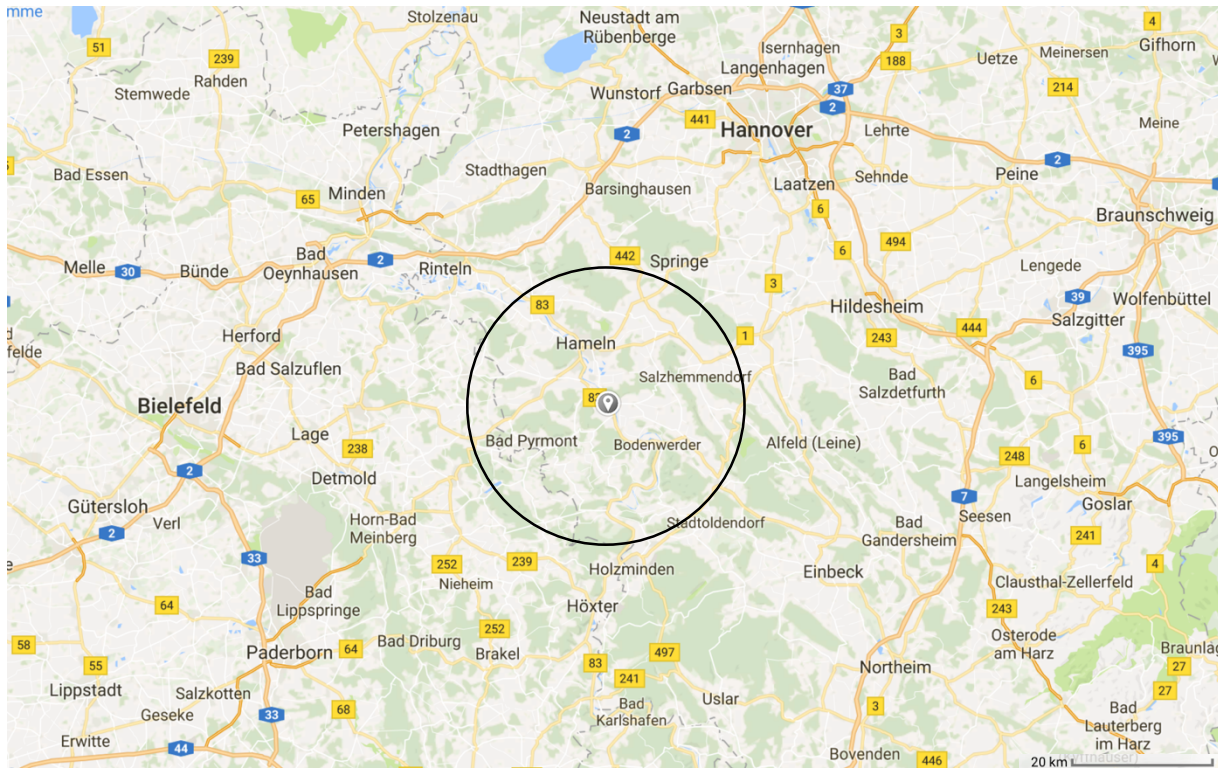


Abbildung 5-5: Übersicht über Verkehrsinfrastruktur im angenommenen Szenario 1; abgebildeter Kreis: 20 km-Mittelzone

Quelle: <https://www.google.de/maps/@51.9896624,9.0757713,9z>

Folgende Ausführungen basieren auf der Annahme, dass die 90.000 zu evakuierenden Personen, wie im Szenario 1 beschrieben, ausschließlich mit dem privaten Fahrzeug flüchten. Wie obiger Abbildung 5-5 zu entnehmen ist, führen zunächst lediglich fünf Bundesstraßen – die sich am Rand der 20 km-Zone in acht Bundesstraßen¹¹³ aufteilen – aus der zu evakuierenden Mittelzone hinaus. Geht man weiterhin davon aus, dass die Fahrzeuge meist mit drei Personen besetzt sind, so sind 30.000 Pkw über maximal acht einspurige Bundesstraßen zum gleichen Zeitpunkt abzuführen. Ziel aller Fahrzeuge werden die Fernstraßen sein. Unter der Annahme, dass die Selbstevakuierenden zum größten Teil planlos in alle Richtungen flüchten und nur ein kleiner Teil aufgrund von Informationen über die Windrichtung¹¹⁴ in den sicheren

¹¹³ Bundesstraßen 83 (2x), 442, 217, 1 (2x), 240 und 66.

¹¹⁴ Im angenommenen Szenario 1 breitet sich die atomare Wolke aufgrund der Windrichtung in Richtung Südosten aus (siehe dazu auch Abbildung 4-2).

Norden flieht, werden alle Autobahnen annähernd gleich belastet. Auf der Autobahn 2 wird es dadurch jedoch zu einer stärkeren Belastung kommen. Nimmt man an, dass 40% der Flüchtenden über die nächstgelegene A2 in Richtung Norden fahren und der Rest über das verzweigte Bundesstraßennetz zu anderen Autobahnen gelangt und sich dort verteilt, so muss die zweispurige A2 dennoch 12.000 Fahrzeuge aufnehmen. Die Folge ist, dass die A2 vollkommen überlastet wird und die Flüchtenden in ihren Fahrzeugen im Stau feststecken und ggf. versorgt werden müssen. Eine Evakuierung, die lediglich über private Pkw stattfindet ist somit sinnlos und ineffizient. Es findet lediglich eine Verlagerung des Problems statt und zusätzlich werden wichtige Anmarschwege¹¹⁵ für Rettungskräfte, die aus dem ganzen Land angefordert werden, blockiert.

Unter der Annahme, dass im Szenario 1 die sich selbstständig evakuierenden Personen die Autobahn 2 zur Flucht in West/Ost-Richtung sowie die Autobahn 7 in Nord/Süd-Richtung verwenden, ergeben sich insgesamt acht nutzbare Fahrstreifen¹¹⁶. Damit können 8 x 2.000 Kfz/h/Fahrstreifen, somit 16.000 Fahrzeuge, unter idealisierten Bedingungen innerhalb einer Stunde abgeführt werden.

Im Szenario 2 werden die Ausmaße noch deutlicher.¹¹⁷ Bei drei Insassen pro Fahrzeug und den angenommenen 390.000 zu evakuierenden Personen, sind bei einer ausschließlichen Evakuierung per Pkw 130.000 Fahrzeuge auf den Straßen. Durch die große Anzahl an selbstevakuierenden Menschen im Umland werden die Verkehrsverhältnisse nochmals verschärft. Die nächstgelegenen Autobahnen 5¹¹⁸, 61 und 65 werden dabei am stärksten belastet und vermutlich innerhalb weniger Stunden durch Stauvorkommen vollkommen blockiert.

¹¹⁵ In dieser Arbeit auch als Rettungsachsen bezeichnet.

¹¹⁶ Unter der Annahme, dass die Autobahnen zweispurig sind und in beide genannten Richtungen jeweils gleichmäßig bewahren werden.

¹¹⁷ Siehe folgende Abbildung 5-6.

¹¹⁸ Die A5 ist in diesem Teilstück dreispurig.

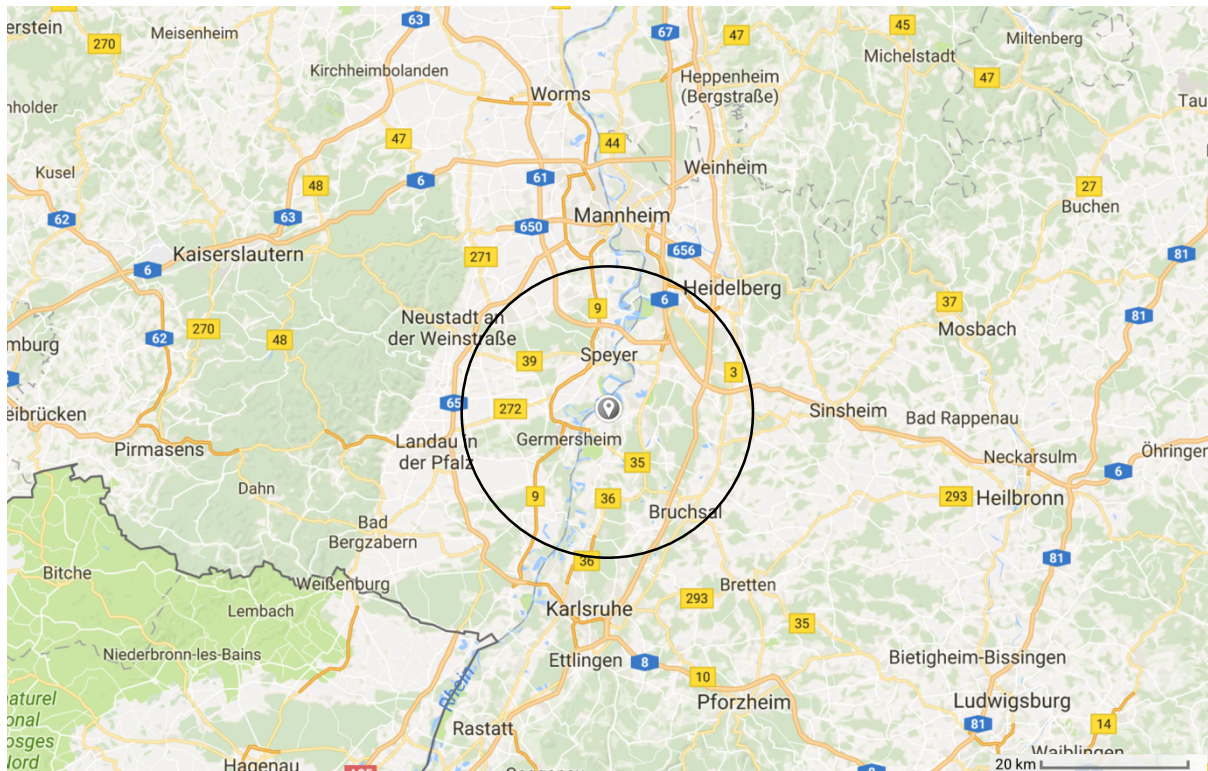


Abbildung 5-6: Übersicht über Verkehrsinfrastruktur im angenommenen Szenario 2; abgebildeter Kreis: 20 km-Mittelzone

Quelle: <https://www.google.de/maps/@49.2516248,8.4376833,8z>

In diesem Zusammenhang ist die Evakuierung der Stadt Prypjat bei der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1987 nennenswert. Diese sei mit 2.700 Bussen für 53.000 Bewohner innerhalb von lediglich dreieinhalb Stunden abgeschlossen gewesen, so Johnson und Weiss (2011). 2.700 Busse für 53.000 Einwohner der Stadt – Informationen darüber, wie eine Evakuierung dieser Größenordnung in so kurzer Zeit durchgeführt werden konnte liegen nicht vor. Im Allgemeinen sind keine weiteren Quellen zu der Evakuierung der Stadt Prypjat auffindbar. Es ist anzuzweifeln, dass 2.700 Busse so zügig die Stadt verlassen konnten. Die Menge der Busse muss zu großen Verzögerungen geführt haben. Eine Evakuierung in diesem Stil – ausschließlich Busse – ist ohnehin sehr fragwürdig und daher höchst interessant.

Aufgrund obiger Ausführungen ist eine Evakuierung, die lediglich über private Pkw stattfindet zwecklos und ineffizient.¹¹⁹ Es findet lediglich eine Verlagerung des Prob-

¹¹⁹ Falsches Verhalten der Behörden verschlimmert die Auswirkungen eines Atomunfalls. Kreutzfeldt (2016, 13) gibt dabei zu bedenken, dass bei einem gleichzeitig stattfindenden Verlassen aller Menschen einer betroffenen Region „der Verkehr [zusammenbricht] – und die Menschen im Stau [stehen], wenn die radioaktive Wolke über sie hinwegzieht, statt sich in einem Gebäude aufzuhalten, das den Großteil der Strahlung abschirmt“. Siehe dazu auch Kapitel 3 Referenzereignisse: In Japan kam es zu massiven Staus und dadurch Verzögerungen in der Evakuierung.

lems auf die (Fern-)Straßen statt und zusätzlich werden wichtige Anmarschwege¹²⁰ für Rettungskräfte, die aus dem ganzen Land angefordert werden, blockiert. Es sollte möglichst gänzlich auf die Nutzung von privaten Pkw bei der organisierten Evakuierung der Bevölkerung verzichtet werden, da der unvermeidbare Teil der Bevölkerung, der sich selbst evakuiert, die Straßen bereits stark belastet. Eine weitere Verschärfung der Straßenverkehrssituation und Blockade für anrückende Einsatzkräfte sollte daher möglichst vermieden werden.

5.10.1.1 Motorisierter Individualverkehr (Städtischer Verkehr und Fernverkehr)

Aufgrund vorangegangener Ausführungen wird der motorisierte Individualverkehr überlastet sein und zudem für zahlreiche Staus sorgen. Auf ihn sollte somit möglichst nicht zurückgegriffen werden, um Rettungsachsen nicht noch mehr zu versperren. Daher sollte sehr gut abgewogen werden ob man ggf. die Empfehlung an die Bevölkerung ausspricht, nach Möglichkeit private Ausweichquartiere aufzusuchen.

5.10.1.2 Öffentlicher Personennahverkehr

Solange der öffentliche Personennahverkehr (ÖPNV) noch operiert, kann er genutzt werden, um die zu evakuierende Bevölkerung zu ausgewiesenen Sammelstellen oder anderen Bahnhöfen, Busbahnhöfen sowie Flughäfen zu transportieren. Der ÖPNV wird jedoch vermutlich zeitnah nach Bekanntwerden des kerntechnischen Unfalls zum Erliegen kommen, da das Personal sich in Sicherheit bringen wird und die Verantwortlichen keine Gefährdung ihrer Arbeitnehmer in Kauf nehmen können, auch wenn in der Vorfreisetzungsphase noch keine radioaktiven Substanzen austreten. Es muss auch bedacht werden, dass zwar im angenommenen Szenario der genaue Hauptfreisetzungszeitpunkt bekannt ist, dies in der Realität jedoch nicht der Fall ist. Somit wird der ÖPNV vermutlich innerhalb weniger Stunden nach Veröffentlichung des Vorfalls zusammenbrechen und somit kann auf ihn nicht mehr weiter zurückgegriffen werden.

¹²⁰ In dieser Arbeit auch als Rettungsachsen bezeichnet.

5.10.1.3 Öffentlicher Personenfernverkehr

Der straßengebundene öffentliche Personenfernverkehr – sofern dieser in der Unfallregion noch operiert – sollte nur in geringem Maße verwendet werden, da Fernbusse zur Verschärfung der Verkehrssituation auf den Fernstraßen beitragen.

Vielmehr sollten gezielt Busse eingesetzt werden, die als Zubringer zu ausgewiesenen Sammelstellen bzw. anderen Bahnhöfen oder Flughäfen dienen. Die Bevölkerung sollte dann von den bekannten Sammelstellen durch Busse abgeholt werden, um zum nächsten Haupt-Evakuierungsknotenpunkt¹²¹ gebracht zu werden. So wird ein Verkehrschaos durch private Pkw in der Umgebung der Evakuierungsknotenpunkte, wie Bahnhöfe und Flughäfen, vermieden, sodass die Bevölkerung zügig und effizient evakuiert werden kann.

5.10.2 Schienenverkehr

Kevin Pfaff

Den Zügen kommt im Evakuierungsfall eine besondere Bedeutung zu. Durch das große Fassungsvermögen und einer engen Taktung können große Personenmengen in einer moderaten Zeit in ein sicheres Aufnahmegebiet transportiert werden. Die folgende Abbildung 5-7 zeigt eine mögliche Zugroute in nördlicher bzw. nordöstlicher Richtung¹²², die zur Evakuierung der Bevölkerung verwendet werden kann.

Seitens der beteiligten Behörden muss darauf Wert gelegt werden, dass die eigentlichen Fahrpläne außer Kraft gesetzt werden, sodass eine zielgerichtete Evakuierung ermöglicht werden kann. Zudem muss zusätzliches Fahrpersonal im Notfall bereitgestellt werden. Es ist in Betracht zu ziehen, dass einige Schaffner aufgrund eines zu hohen Risikos ihre Arbeit niederlegen. Ein Zusammenspiel von Bus und Bahn ist jedoch unerlässlich. Die Busse dienen in erster Linie als Zubringer zu Hauptbahnhöfen. In Hameln müssen Busse die zu Evakuierenden zum Bahnhof Hameln transportieren. Von dort aus können diese mittels, von den Behörden bereitgestellten, Not-Zügen zum Flughafen Hannover oder dem Hauptbahnhof Hannover gelangen. Auf dem Weg zum Hauptbahnhof sind neun weitere Haltestellen zu verzeichnen. Das

¹²¹ Vorrangig große Hauptbahnhöfe oder Flughäfen.

¹²² Entgegengesetzt zur Ausbreitung der radiologischen Wolke (Siehe Abbildung 4-2 bzw. Kapitel 4.2.1 Auftretensort, räumliche Ausdehnung und betroffene Bevölkerung)

Ziel kann so in einer dreiviertel Stunde erreicht werden. Die Busse müssen stets im Pendelverkehr fahren bzw. im Kreis verkehren, um eine große Personenanzahl in kurzer Zeit abtransportieren zu können. Die Taktung der Zugabfahrten muss im Evakuierungsfall verkürzt werden. Der Bahnhof Hameln verfügt über eine Aufnahmekapazität von weit über 10.000 Personen, besitzt sechs Gleise und hat eine Fläche von etwa 2.900 Quadratmetern (Schäfer 2007).

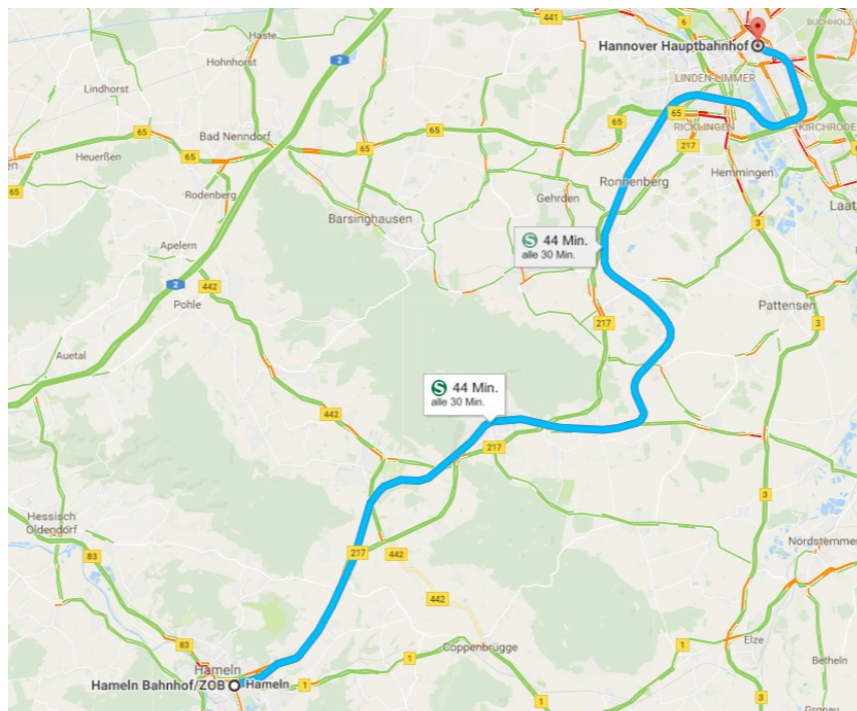


Abbildung 5-7: Mögliche schienengebundene Evakuierungsrouten vom Bahnhof Hameln nach Hannover Hauptbahnhof (rote Wegmarkierung)

Quelle: <https://www.google.de/maps/dir/Hameln+Bahnhof%2FZOB,+Hameln/Hannover+Hauptbahnhof,+Hannover/@52.238911,9.4330309,11z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x47ba8e593a5086a1:0x7385dd156f0dd935!2m2!1d9.373915!2d52.101447!1m5!1m1!1s0x47b074afd37b9025:0x8d49ffff1acd139d!2m2!1d9.7410296!2d52.3764862!3e3>

Folgende Abbildung 5-8 verdeutlicht die Vielseitigkeit der Streckenverbindungen und Zielorte. In diesem Beispiel ist auch die Anfahrt des Hauptbahnhofes in Hildesheim möglich. Innerhalb einer Stunde kann das Ziel erreicht werden. In Hildesheim kann die Weiterfahrt oder das Umsteigen auf einen anderen Zug geplant werden. Eine verständliche Beschilderung oder Wegweisung durch das Bahnpersonal oder Einsatzkräfte ist bei einer solchen Anhäufung an einem Verkehrsknotenpunkt nicht zu vernachlässigen.

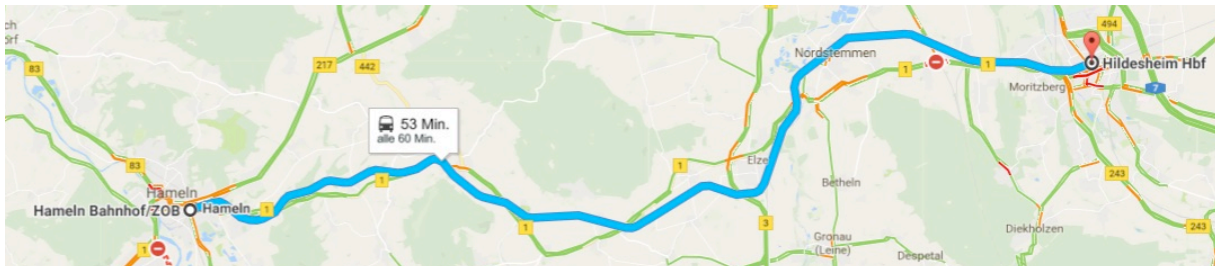


Abbildung 5-8: Zugfahrt von Hameln Bf. (links) nach Hildesheim Hbf. (rechts)

Quelle: <https://www.google.de/maps/dir/Hameln+Bahnhof%2FZOB,+Hameln/Hildesheim+Hbf,+Hildesheim/@52.132496,9.5227711,11z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x47ba8e593a5086a1:0x7385dd156f0dd935!2m2!1d9.373915!2d52.101447!1m5!1m1!1s0x47baaf043116bd4f:0xebda34629903d3e4!2m2!1d9.952475!1d52.1596193!3e3>

Eine Auswahl einiger Bahnhöfe im Umkreis des AKW Grohnde im Landkreis Hameln-Pyrmont zeigt die folgende Abbildung 5-9. Meist handelt es sich hierbei um S-Bahn-Stationen. Bei weiterer Betrachtung lässt sich feststellen, dass südlich des Kernkraftwerkes, also in Ausbreitungsrichtung, kaum Bus- und Zugverkehr betrieben wird. Es müssen besonders im ländlichen Raum Busse zur Abholung zur Verfügung gestellt werden, um die südlich gelegenen Evakuierungsgebiete zu versorgen.

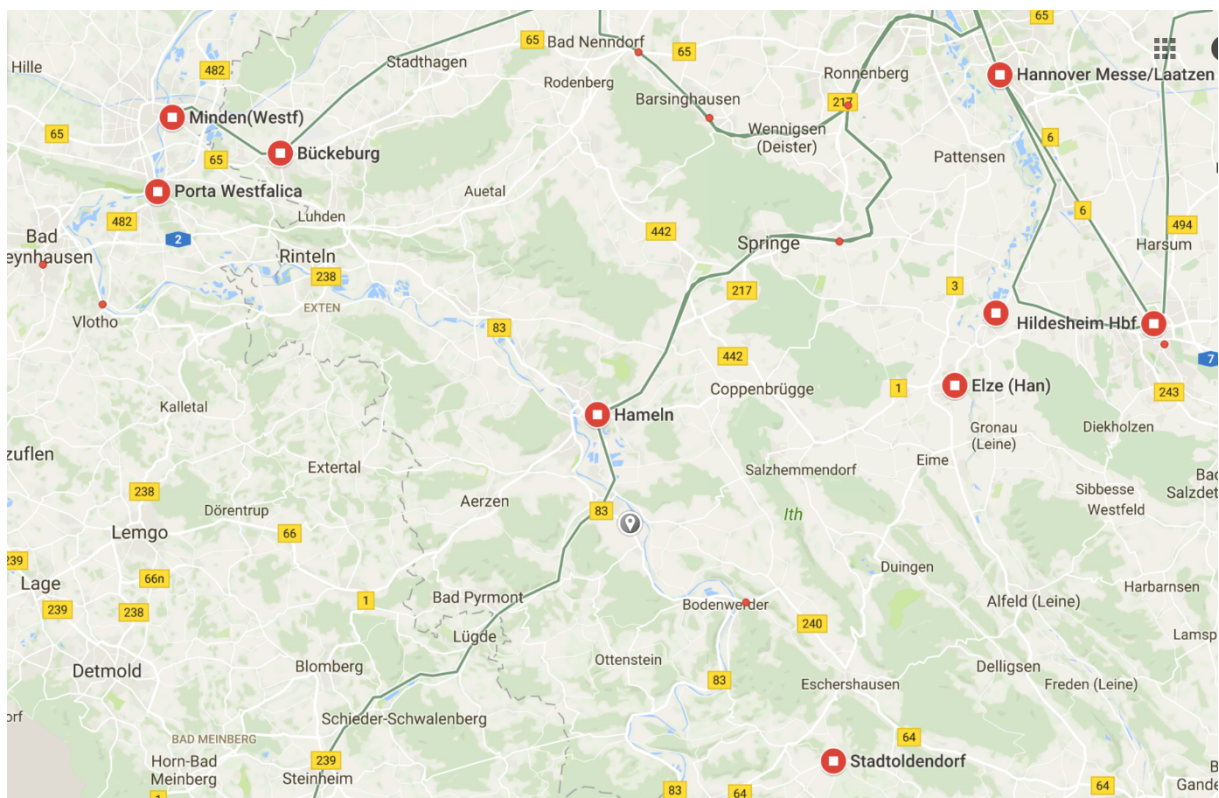


Abbildung 5-9: Exemplarische Darstellung von Bahnhöfe (rote Markierungen) sowie Schienen (grün) im Großraum Grohnde (KWG mit grauer Markierung dargestellt)

Quelle: <https://www.google.de/maps/search/Bahnhof/@52.1456624,9.1317115,10.31z/data=!5m1!1e2>

Die Festlegung von Sammelstellen ist dabei von besonderer Bedeutung.¹²³ Es muss gewährleistet werden, dass alle Personen durch Busse abgeholt und zu einem größeren Evakuierungsknotenpunkt verbracht werden. Ab Hameln kann eine weitere Aufteilung der Fluchtströme vorgenommen werden.

Nachstehende Abbildung 5-10 zeigt verschiedene schienenengebundene Abzweigungen, die zum Verbringen der Bevölkerung benutzt werden können. Abhängig von den ausgewählten Aufnahmegebieten, können die eingesetzten Züge sternförmig verschiedene Regionen anfahren. Für die Aufnahmegebiete gelten die in Kapitel 5.11 dargestellten Anforderungen und infrastrukturellen Voraussetzungen gleichermaßen.

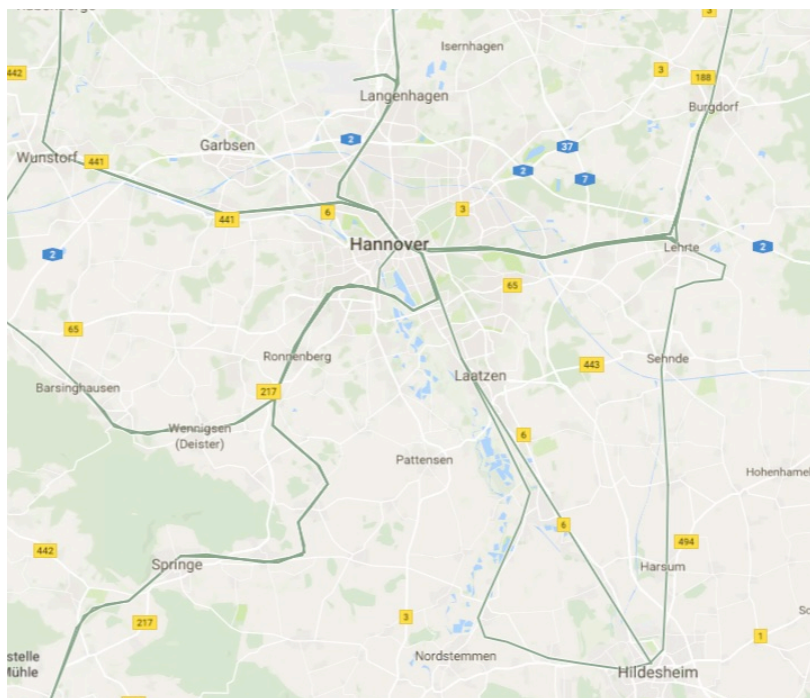


Abbildung 5-10: Sternförmige Evakuierungsrouten in Richtung der nördlichen Aufnahmegebiete (Zuglinien in grün dargestellt)

Quelle: <https://www.google.de/maps/@52.3497761,9.6947115,10.31z/data=!5m1!1e2>

Es lässt sich festhalten, dass das normale Tagesgeschäft in den betroffenen Bundesländern nahezu unmöglich ist. Es ist darauf hinzuwirken, dass zahlreiche Züge¹²⁴ auf die definierten Evakuierungsrouten umdisponiert werden, um in erster Linie als Evakuierungs-Züge zu dienen. Wichtig ist es, nicht nur *einen* Verkehrsträger zu verwenden, sondern verschiedene miteinander zu kombinieren. Eine Verzweigung der Evakuierungsrouten führt zu einer Entlastung der Autobahnen und Bundesstraßen,

¹²³ Siehe dazu Kapitel 5.8 Gliederung des Evakuierungsgebietes.

¹²⁴ S-Bahnen, Regionalexpresse und ICE.

da entgegen der expliziten behördlichen Aufforderung nicht den eigenen Pkw zu verwenden, anzunehmen ist, dass ein großer Teil der ca. 90.000 zu Evakuierenden das eigene Fahrzeug trotzdem verwenden wird. Nach einer Untersuchung der Universität Stuttgart ist damit zu rechnen, dass nahezu 75% der Bevölkerung mit dem Privatwagen flüchtet (Universität Stuttgart et al. 2013., 93). Da die Verfasser der vorliegenden Arbeit die Annahme treffen, dass diese Fluchtvariante zu einem Verkehrskollaps führt, ist anzustreben, dass nur 40% mit dem Auto flüchten und der Rest mittels behördlich bereitgestellter Verkehrsmittel evakuiert wird. Auf ein derartiges prozentuales Ergebnis ist seitens der Behörden hinzuwirken.

Da in diesem Kapitel die schienengebundenen Transportmittel betrachtet werden, den Bussen als Zubringerfahrzeuge und die gegenseitige Abhängigkeit jedoch eine besondere Rolle zukommt, wird im Folgenden dargestellt, wie Sammelplätze für die Bevölkerung ermittelt werden können.

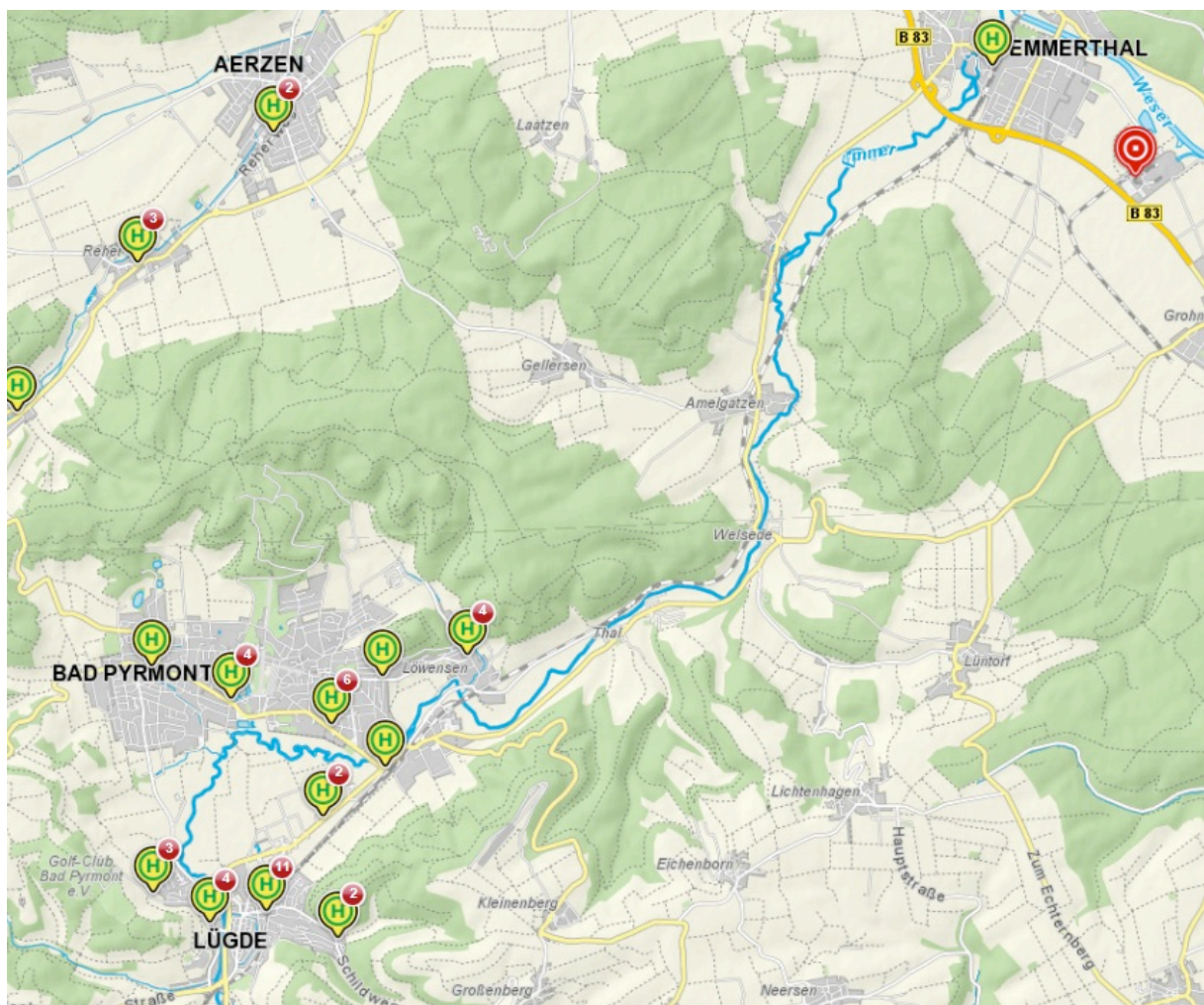


Abbildung 5-11: Bushaltestellen in Bad Pyrmont (Kraftwerk Grohnde bei roter Markierung)

Quelle: <https://www.vrsinfo.de/partner/white-label/haltestellenkarte.html>

Abbildung 5-11 zeigt eine Auswahl von Bushaltestellen. Diese können primär als Sammelstellen genutzt werden. Über Radio können die Personen den Standort der Sammelstellen erfahren und diese Plätze aufsuchen.¹²⁵ Von dort findet die Evakuierung mittels Bussen sowie Bahnen zu zentraleren Evakuierungsknotenpunkten statt.

Mithilfe solcher Karten können kartographisch sämtliche im Umfeld liegende Bushaltestellen und Bahnhöfe ermittelt werden. Dieses Vorgehen ist für alle Regionen analog mit geographischen Informationssystemen durchzuführen. Um das Verkehrsaufkommen so gering wie möglich zu halten, sind Linienbusse oder Fernbusse zur Entlastung gut geeignet. Durch eine ausreichende Anzahl bereitgestellter Busse können die Personen schnell aus dem Evakuierungsgebiet transportiert werden. Wenn nicht direkt die Fernbusse die Evakuierten in ein weiter entferntes Aufnahmegebiet bringen, dann können sie als Zubringer zu zentralen Evakuierungsknotenpunkten dienen. Bei der Evakuierung müssen die behördlichen Evakuierungsrouten¹²⁶ beachtet werden. Rettungsachsen sind von der Bevölkerung nicht zu verwenden.

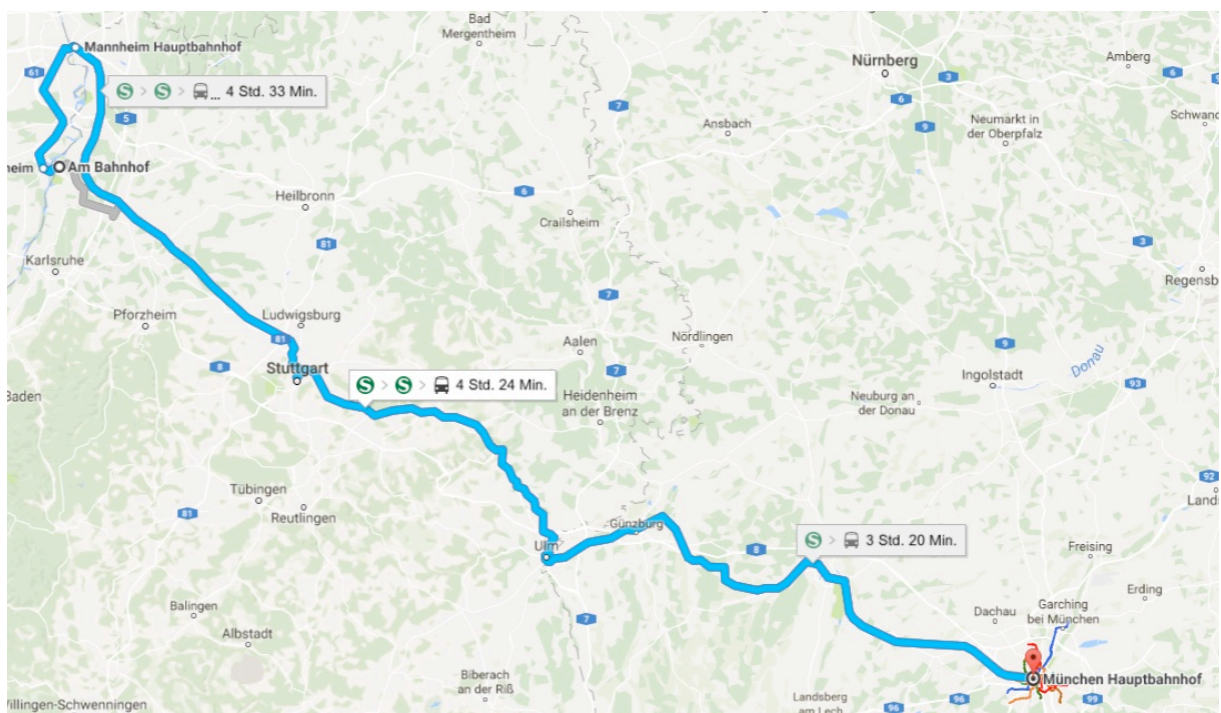


Abbildung 5-12: Zugverbindung zwischen Philippsburg und München Hauptbahnhof (rechts unten als rote Markierung)

Quelle: [https://www.google.de/maps/dir/Philippsburg\(Baden\),+Philippsburg/M%C3%BCnchen+Hauptbahnhof,+Bayerstra%C3%9Fe,+M%C3%BCnchen/@48.8099106,9.3932119,9z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x4797b033229d6363:0xf33d8d097142d45!2m2!1d8.4537698!2d49.2318113!1m5!1m1!1s0x479e75f93d8ab293:0xd5fe7137da4467b7!2m2!1d11.5577663!2d48.1404584!3e3](https://www.google.de/maps/dir/Philippsburg(Baden),+Philippsburg/M%C3%BCnchen+Hauptbahnhof,+Bayerstra%C3%9Fe,+M%C3%BCnchen/@48.8099106,9.3932119,9z/data=!3m1!4b1!4m14!4m13!1m5!1m1!1s0x4797b033229d6363:0xf33d8d097142d45!2m2!1d8.4537698!2d49.2318113!1m5!1m1!1s0x479e75f93d8ab293:0xd5fe7137da4467b7!2m2!1d11.5577663!2d48.1404584!3e3)

¹²⁵ Siehe Kapitel 5.6 Information und Warnung der Bevölkerung.

¹²⁶ Siehe dazu Kapitel 5.9 Evakuierungsrouten.

Auch im Szenario 2 in Baden-Württemberg gilt es, die Menschen unter Zuhilfenahme zahlreicher Transportmittel in geeignete Aufnahmegebiete zu transportieren. Wie in Abbildung 5-12 ersichtlich, umfasst die in dieser Anwendung exemplarisch gewählte Evakuierungsrouten bei reiner Zugfahrt eine Dauer von über vier Stunden. In Baden-Württemberg und Bayern, hauptsächlich in den südlichen Regionen der beiden Bundesländer, ist in dem angenommenen Szenario 2 nicht mit einer besorgniserregenden radioaktiven Belastung zu rechnen, da die radioaktiv kontaminierte Wolke in Richtung Nord-Ost zieht.

Den Katastrophenschutzbehörden stehen für die Vorplanung mehrere Optionen zur Verfügung. Zum einen kann eine vollständig auf Zugfahrt beruhende Evakuierung stattfinden. Neben der bereits bekannten Notwendigkeit von Sammelstellen können die zu Evakuierenden mit dem Regionalexpress bis zum Mannheimer Hauptbahnhof und von dort mit dem ICE fünf Haltestellen zum Münchener Hauptbahnhof transportiert werden. Dies ist jedoch nur *eine* mögliche Fahrvariante. Im Evakuierungsfall sind die Anzahl der Züge zu erhöhen und die Haltestellen entsprechend der Notwendigkeit anzupassen. Zum anderen besteht die Möglichkeit, Personen zum Stuttgarter Flughafen zu verbringen, von welchem ein weiterer Lufttransport zum Flughafen München oder weiteren Flughäfen stattfinden kann.

5.10.3 Wasserverkehr

Kevin Pfaff

Der größte durch Niedersachsen führende Fluss ist die Weser mit einzelnen verzweigten Flussadern. Wie der nachfolgender Abbildung 5-13 zu entnehmen ist, teilt sich die Weser in Außen-, Unter-, Mittel- und Oberweser. Der Landkreis Hameln-Pyrmont befindet sich im Bereich der Oberweser. Die Weser ist von Quelle bis Mündung vollständig mit Schiffen zu befahren, jedoch ist seitens der Behörden auf Besonderheiten zu achten. Je nach Streckenabschnitt muss der Wasserpegel kontrolliert werden, da die Schifffahrt wasserstandsabhängig ist. Zudem muss dabei ein bestimmter Sicherheitsabstand gewährleistet werden. Am weitesten verbreitet auf der Weser im Großraum Niedersachsen ist die Fahrgastschifffahrt, welche täglich zahlreiche Personen für einen Ausflug über die Weser schifft. Neben der Fahrgastschifffahrt gibt es auch einige Bootstourenanbieter mit kleineren Schiffen. Im Raum Hannover gibt es zudem den Stichkanal Hannover-Linden, die Leine und Ihme. Auf der

Mittelweser sind auch sogenannte Europaschiffe mit 85 Metern Länge und einer Breite von 11,45 Metern unter bestimmten Bedingungen zugelassen. Auf der Oberweser würden pro Jahr ca. 30.000 Tonnen Güter mittels Binnenschiffen befördert (Wasser- und Schifffahrtsamt Minden 2015a).



Abbildung 5-13: Gewässerverlauf der Weser durch die BRD

Quelle: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/2/22/Weser_Einzugsgebiet.png

Sollte das Wasser als Verkehrsträger im Landkreis Hameln-Pyrmont zu Evakuierungszwecken verwendet werden, sind enge Absprachen mit dem Wasser- und Schifffahrtsamt sowie der Reederei unerlässlich. Zudem muss in der Vorplanung ermittelt werden, welche Schiffsarten mit welcher Kapazität tageszeitunabhängig zur Verfügung gestellt werden. Es lässt sich jedoch sagen, dass die Weser in diesem Bereich als ruhiger Fluss von überwiegend kleinen Sport- oder Fahrgastschiffen befahren wird. Als weitere überregionale Wasserstraße ist der Mittellandkanal zu nennen, der sich in einige Stichkanäle aufspaltet.¹²⁷ Durch den Mittellandkanal und die Weser können weite Teile des Nordens mit dem Schiff befahren werden. Neben Hessen, können auch die Bundesländer Niedersachsen, Bremen, Sachsen und Sachsen-Anhalt angesteuert werden. Hannover ist hier als wichtiges Drehkreuz zu nennen, da die Stadt einen Hauptbahnhof mit einem ICE-Halt besitzt und eine Nähe

¹²⁷ Siehe nachfolgende Abbildung 5-14.

zum Gewässer aufweist. So können die evakuierten Personen auch auf der Wasserstraße abtransportiert werden. Da die radioaktive Wolke auch nach Sachsen zieht¹²⁸, kann auch hier eine Evakuierung auf der Elbe gewährleistet werden. Zudem bietet Dresden einen Hauptbahnhof sowie einen Flughafen, mit denen unterschiedliche Aufnahmegebiete erreicht werden können.



Abbildung 5-14: Karte Stichkanäle in der nördlichen Bundesrepublik

Quelle: http://www.ast-mitte.gdws.wsv.de/images/ausbau/Karte_Stichkanaele_klein.gif

Nachfolgende Abbildung 5-15 zeigt den Standort des Kernkraftwerks Philippsburg im urbanen Raum in Baden-Württemberg mit den umliegenden Gewässern. Als zentrale Wasserader ist der Rhein als Grenze zwischen Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz zu nennen. Das Kraftwerk wird teilweise mit Rheinwasser gekühlt. Der Rhein verzweigt sich nur unwesentlich, sodass eine Evakuierung nur in Richtung Norden bzw. Süden möglich ist. Da angenommen werden muss, dass gemäß der Ausbreitung der radioaktiven Strahlung¹²⁹ weite Teile Hessens und Thüringens im vorläufi-

¹²⁸ Siehe Abbildung 4-1.

¹²⁹ Siehe Abbildung 4-3.

gen Sperrgebiet liegen, ist eine Evakuierung durch die Schifffahrt in den Norden problematisch, da die Ausbreitung der Wolke stark von den Windverhältnissen abhängt, die stets wechseln können. Eine Evakuierung in den Süden wäre als vorteilhafter anzusehen.

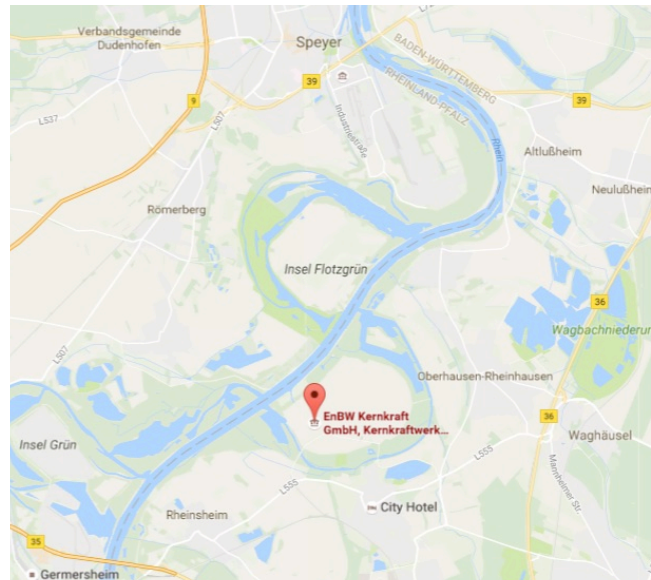


Abbildung 5-15: Wassergebundene Evakuierungsrouten entlang des Rheines im Bereich des Kernkraftwerkes Philippsburg 2

Quelle: <https://www.google.de/maps/place/EnBW+Kernkraft+GmbH,+Kernkraftwerk+Philippsburg/@49.4402367,8.5111902,12.07z/data=!4m5!3m4!1s0x4797b1a37e9eda99:0xd5d4573c0321a170!8m2!3d49.2516248!4d8.439872>

Dies ist eine exemplarische Betrachtungsweise. Je nach Rhein-, Main-, Elbe- oder Wesergebiet als große Wasserstraßen können Daten über die Anzahl und Aufnahmekapazität von Schiffen und Booten erhoben werden. Längst nicht alle genannten Schiffe sind in voller Zahl verfügbar. Es lässt sich festhalten, dass vor allem auch große Schiffe auf dem Rhein und der Elbe als Evakuierungsmittel verwendet werden können, eine Vorplanung jedoch sehr problematisch ist, da die Schiffe nicht immer von demselben Standort abgezogen werden können, nicht an jeder Stelle anlegen können und eine lange Anfahrt haben. Des Weiteren muss bedacht werden, welche Art von Schiffen zur Evakuierung benutzt wird¹³⁰.

Zusammenfassend wird die Schifffahrt aus den genannten Gründen als sekundärer Notplan angesehen. Es ist anzunehmen, dass eine Evakuierung auf dem Wasser durch einen hohen Koordinierungs- und Abstimmungsbedarf einen zu hohen Planungsaufwand erfordert. Zudem ist unklar, in welcher Form Personenbarkassen für

¹³⁰ Schiffe zum Personentransport oder Schiffe für den Güterverkehr, die entgegen ihres Zwecks ebenfalls Personen aufnehmen.

Evakuierungszwecke zur Verfügung gestellt werden. Auch die Möglichkeit, Güterschiffe zweckzuentfremden, ist fraglich und mit Risiken für die Evakuierten verbunden. Hier muss seitens der Behörden der Nutzen gegen den Aufwand abgewogen werden.

5.10.4 Luftverkehr

Kevin Pfaff

Wie in Kapitel 5.3.4 bereits dargestellt kann der luftgebundene Transport sehr effektiv und vielseitig nutzbar sein. Der Luftraum bietet dafür weitreichende Möglichkeiten. Der Bundeswehr kommt bei der Evakuierung ein großes Aufgabengebiet zu. Neben der Führungsarbeit und zentralen Befehlsstelle durch einen bundesweiten Stab mit Sitz in Potsdam, bietet die Bundeswehr auch aus Sicht der Luftfahrt einige Vorteile. Ein wesentlicher Vorteil ist, dass die Bundeswehr auf Anordnung der Bundesregierung schnell handlungsfähig ist. Zusätzlich zu den Maschinen der Bundeswehr können zivile Charterflugzeuge Verwendung finden. Primär sollte jedoch auf die Luftfahrzeuge der Bundeswehr zurückzugreifen werden. Wie dem Kapitel 5.3.4 zu entnehmen ist unterhält die Bundeswehr u. a. die Transportmittel CH-53, Transall C-160 D, Airbus A400M und Airbus A310 MRTT. Die Flugzeuge können sowohl internationale Flughäfen sowie Militärbasen anfliegen, aber auch unwegsame und unbefestigte Plätze. Unter der Annahme, dass an den Flughäfen Hannover, Stuttgart und Düsseldorf von durchschnittlich 60 Flugbewegungen pro Stunde¹³¹ ausgegangen werden kann, können zeitnah tausende Personen zu unterschiedlichen Flughäfen transportiert werden. In Hinblick auf das Verletzungsrisiko bei Evakuierungen und die Evakuierung von Krankenhäusern oder Personen mit schweren Krankheiten, bietet die Bundeswehr mit dem A310 MRTT¹³² die Möglichkeit, 56 Verletzte sowie sechs Intensivpflichtige aufzunehmen (Redaktion der Bundeswehr 2013). Der Start erfolgt vom Köln-Bonn Airport. Flugzeuge können radial in alle Richtungen ausweichen, sodass ein hohes Maß an Flexibilität gewährleistet ist.

Neben den in der Bundesrepublik verteilten Militärstützpunkten der Luftwaffe ist der Stützpunkt bei Wunstorf besonders hervorzuheben. Das dort stationierte Lufttrans-

¹³¹ Siehe Kapitel 5.3.4 Luftverkehr.

¹³² Für nähere Informationen siehe Kapitel 5.3.4 Luftverkehr.

portgeschwader 62 ist 48 Kilometer Luftlinie vom AKW Grohnde entfernt. Dieser Luftwaffenstützpunkt verfügt über 53 Transportmaschinen des Typs A400M. Der Airbus A400M ist das neue strategische und taktische Transportflugzeug der Luftwaffe und dient als Ersatz der Transall C-160D. Wie dem Kapitel 5.3.4 zu entnehmen ist, kann der A400M bis zu 116 Personen transportieren. Alle bestellten Maschinen dieses Typs sind zunächst am Standort Wunstorf beim LTG 62 stationiert, welches dadurch einen optimalen Evakuierungsknotenpunkt darstellt, zumal bereits mehr als 50 Transportmaschinen an diesem Stützpunkt vorhanden sind (Kommando Luftwaffe 2016).

Für das Szenario 1 gilt somit, dass verstärkt auf die Kapazität des Fliegerhorstes Wunstorf zurückgegriffen werden sollte. Die dort stationierten Transportmaschinen können in großem Umfang die zu evakuierenden Personen ausfliegen. Ein Shuttle-Service mit Bussen zum besagten Stützpunkt ist einzurichten, sodass dieser als zentraler Evakuierungsknotenpunkt dient. Zudem könnte der umgebaute Airbus A310 MRTT als Rettungsmittel für das Verbringen nicht gehfähiger oder schwer erkrankter Personen dienen. Sollte die Zeit ausreichen kann der Airbus zur Evakuierung von medizinischen Einrichtungen dienen.

Für den Fall, dass das LTG 62 im Szenario 2 zur Unterstützung nach Philippsburg in Baden-Württemberg gerufen wird, sind ungefähr fünf Stunden Flugzeit einzuplanen. Diese Entscheidung ist jedoch im Einzelfall zu treffen und gilt in Abhängigkeit von der jeweiligen Prioritätensetzung. Dabei muss vor allem der zeitliche Ansatz bedacht werden. Eine graphische Darstellung aller internationalen Flughäfen sowie Luftwaffenstützpunkte in Deutschland ist im Anhang A.2 sowie A.3 beigefügt und verdeutlicht die Erreichbarkeit sämtlicher Flughäfen.

5.11 Aufnahmegebiete

Kevin Pfaff

Die Evakuierungsrouten leiten den Verkehr auf dem kürzesten Weg zu den Aufnahmegebieten. Diese werden eingerichtet, wenn große Menschenmengen aus Gründen einer Evakuierung untergebracht werden müssen. Vorbereitende Maßnahmen zur Aufnahme der Evakuierten sind, angewiesen durch die jeweilige Stadt- und Gemeindeverwaltung, von den zuständigen Katastrophenschutzbehörden zu treffen. Maßgeblich daran beteiligt sind der Oberbürgermeister sowie der Landrat. Nichtkontaminierte Personen werden im Unglücksfall dazu aufgerufen, ein bestimmtes Aufnahmegebiet aufzusuchen. An dieser Stelle kommt der Gemeindeverwaltung die Aufgabe der Registration zu. Die Unterbringung findet zumeist in Sammelunterkünften wie Schulen, Mehrzweckhallen, Messegeländen, Hotels, Flughäfen oder Bürger- und Vereinshäusern statt. Ist im weiteren Verlauf ein Unterbringungsverzeichnis erstellt, werden die evakuierten Menschen verschiedenen dezentralen Unterkünften zugewiesen (Weber 2011, 29).

Aufnahmegebiete können sich „auf eine oder mehrere Gebietskörperschaften (Land-/Stadtkreise / Kommunen) erstrecken“ (AG Fukushima 2014, 22). Diesen Gebietskörperschaften werden verschiedene wichtige Aufgaben zugesprochen. Dazu zählen die Registration zur Vermisstensachbearbeitung im Sinne der Familienzusammenführung, die Festlegung der Informationen hinsichtlich des weiteren Ablaufes von Unterbringung und Betreuung sowie die Zuweisung bestimmter Aufnahmegemeinden für die betroffenen Personen. Logistisch gilt es die Versorgung und Verpflegung mit Arzneimitteln, Kleidung und Lebensmitteln zu bedenken. Neben einer Sofortaufnahme müssen auch die Voraussetzungen für eine langfristige Aufnahme geschaffen werden. Aus medizinischer Sicht sind Krankenhäuser mit Spezialisierung auf Strahlenschutz vorgesehen, die hinreichende Behandlungskapazitäten aufweisen. Nicht zuletzt müssen Dekontaminationsstellen errichtet werden, welche von den Dekontaminationseinheiten der Feuerwehr betreut werden (AG Fukushima 2014, 21f.).

Der Deutsche Bundestag wendet vor dem Hintergrund der momentanen Flüchtlingslage ein, dass derzeit für die Aufnahme von Evakuierten eine große Herausforderung bestehe, da die „planerisch vorgesehenen Notunterkünfte bereits anderweitig belegt [seien]“ (Deutscher Bundestag 2016, 41). Dies müsse in der Notfallplanung Berück-

sichtigung finden. Zudem fügt der Bundestag hinzu, dass zwar eine vorübergehende Unterbringung von Evakuierten zu bewältigen sei, es für eine längerfristige Unterbringung jedoch keine „konkrete[...] planerische[...] Grundlage[...]“ (Deutscher Bundestag 2016, 41) gäbe.

Im Folgenden gilt es zu klären, welche Gemeinden oder Regionen eine ausreichende Aufnahmekapazität, Infrastruktur sowie personelle und materielle Ressourcen besitzen, um die Evakuierten aus Philippsburg und dem Landkreis Hameln-Pyrmont aufzunehmen. Außerdem muss gewährleistet sein, dass das Aufnahmegebiet nicht selbst in einem Gebiet mit einer Strahlenbelastung liegt. Von Aufnahmeorten unmittelbar um das AKW ist deshalb abzusehen.

Für das Szenario 1¹³³ ist ein Aufnahmegebiet im Norden Deutschlands zu wählen. Bei der im Szenario 1 angenommenen Großwetterlage mit südlicher Windrichtung, kann bedenkenlos eine kontaminationsfreie Aufnahme-region im Norden gewählt werden. Diese Region muss jedoch infrastrukturell eine große Menge an Personen aufnehmen können. So gibt es beispielsweise die Möglichkeit, Unterkünfte in Hannover oder Hamburg einzurichten, welche mit dem Zug oder Flugzeug zu erreichen sind. Vor allem Hamburg mit dessen Größe und Leistungsfähigkeit kann auch aufgrund einer großen Tourismusbranche und der Asklepios - Klinik St. Georg mit einer Abteilung für Nuklearmedizin eine große Personenanzahl aufnehmen. Auch die Medizinische Hochschule Hannover mit der Klinik für Nuklearmedizin / Stabsstelle Strahlenschutz und Abteilung Medizinische Physik kann eine große Kapazität bereitstellen (BG ETEM 2015).

Für das Szenario 2¹³⁴, welches graphisch in Abbildung 4-3 dargestellt ist, steht der Nordosten nicht als Aufnahmegebiet zur Verfügung. Als medizinische Einrichtung stehen in erster Linie die Heinrich-Heine-Universität im nordrhein-westfälischen Düsseldorf und die Universitätskliniken des Saarlandes in Homburg zur Verfügung. Als beste Möglichkeit ist die Landeshauptstadt Bayerns zu nennen. Durch den florierenden Tourismus hat diese Stadt eine große Aufnahmekapazität. Aus medizinischer Sicht können die kontaminierten Personen im Städtischen Klinikum München sowie im Helmholtz Zentrum München behandelt werden. Zudem stehen Lebensmittel,

¹³³ Ländlicher Raum, Sommer.

¹³⁴ Urbaner Raum, Winter.

medizinisches Equipment und Rettungskräfte in hoher Zahl zur Verfügung. Auch durch die Anbindung an die internationale Luftfahrt durch den Flughafen München können weite Teile Deutschlands erreicht werden. Nicht zuletzt besteht die Möglichkeit, von dem Stuttgarter Flughafen in Baden-Württemberg nach Düsseldorf, München oder weiteren Zielen zu reisen (BG ETEM 2015).

Auch die Strahlenschutzkommission gibt Empfehlungen für die Kapazitäten für angemessene stationäre medizinische Behandlungen. Es wird empfohlen, eine ausreichende Anzahl aller in der Bundesrepublik ansässigen Kliniken für eine medizinische Behandlung und Betreuung von Strahlenpatienten zentral zu erfassen und die Qualitätsstandards nachzuweisen. Das „System der Regionalen Strahlenschutzzentren des Institutes für Strahlenschutz der Berufsgenossenschaften“ (SSK 2015b, 61) kann dabei als Vorbild dienen. Auf das Erstellen einer solchen Datenbank bzw. des Systems ist nach Auffassung der Verfasser der vorliegenden Arbeit hinzuwirken.

Diese Vorgehensweise der Betrachtung ist jedoch nur exemplarisch. In den Katastrophenschutzplänen müssen frühzeitig geeignete Anlaufstellen ausfindig gemacht werden. Dabei gilt es ganz Deutschland als Anlaufstellen zu betrachten, denn abhängig von dem Wetter und der Ausbreitungsrichtung müssen flexibel die Aufnahmeorte ausgewählt werden.¹³⁵ Zudem sollte geklärt sein, mit welchen Transportmitteln die zu Evakuierenden das jeweilige Ziel in möglichst kurzer Zeit erreichen können. Diese Überlegungen müssen für alle aktiven Kernkraftwerke vorgenommen werden. Die Rahmenempfehlungen der Strahlenkommission sind dabei zu berücksichtigen (SSK 2015b; AG Fukushima 2014; Deutscher Bundestag 2016).¹³⁶

¹³⁵ Für die Aufnahme von Betroffenen einer großräumigen Evakuierung wird als länderübergreifender Aufnahmeschlüssel 1% der Einwohnerzahl des jeweiligen Bundeslandes als geeignete Planungsgröße für die Grundverfügbarkeit empfohlen (Deutscher Bundestag 2016, 41).

¹³⁶ Laut dem *Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2015*, veröffentlicht durch den Deutschen Bundestag, ist in den gegenwärtigen Planungen vorgesehen, dass das Gemeinsame Melde- und Lagezentrum von Bund und Ländern (GMLZ) im BBK bei „der Vermittlung von [...] Aufnahmekapazitäten [...] die Länder auf Anfrage“ (Deutscher Bundestag 2016, 12) unterstützt.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Kevin Pfaff

*„Achtung, es folgt eine sehr wichtige amtliche Mitteilung der Katastrophenschutzbehörde in Hameln. Sie richtet sich vor allem an Personen im Landkreis Hameln. Im Kernkraftwerk Grohnde ist es zu einem Unfall gekommen. Es wurden bisher keine radioaktiven Stoffe freigesetzt. Zurzeit besteht für Sie deshalb keine Gefahr und damit **kein Anlass für eigene Maßnahmen** [Hervorhebung durch Verfasser]. Wenn es zu einer gefährbringenden Freisetzung kommt, werden Sie sofort informiert. Bitte beachten Sie deshalb die weiteren Meldungen auf diesem Sender.“ (SSK 2015a, 61)*

Wenn diese Meldung die Bevölkerung des betroffenen Evakuierungsgebietes erreicht, muss davon ausgegangen werden, dass der Prozess einer drohenden Kernschmelze bereits initiiert ist. Doch nun ist es wichtig, eine hochwertige und effiziente Krisenbewältigung durch eine Kooperation zwischen den Katastrophenschutzbehörden, dem Betreiber der Anlage, den Experten für Strahlenschutz sowie den Einsatzkräften zu gewährleisten. Diese kann durch eine detaillierte präventive Evakuierungsplanung erreicht werden. Eine weitreichende Notfallplanung in einem internationalen Kontext unter gemeinsamer Verständigung des Bundes und der Länder kann zu einer Minimierung des Schadensausmaßes beitragen. Durch Bündelung und Zentralisierung der Entscheidungskompetenz kann ein Flickenteppich von Entscheidungsgremien verhindert und so das Vertrauen der Bevölkerung in das Katastrophenmanagement gestärkt werden.

Nach Angabe des BMUB (2015) verfügt Deutschland derzeit über acht intakte Atomkraftwerke. Das Risiko einer Kernschmelze ist zwar gering, laut des Präsidenten des BfS, Wolfram König (2011), jedoch eine „reale Gefahr“. Namenhafte Beispiele zur Verdeutlichung der Gegenwärtigkeit der Gefahr sind das Unglück in Fukushima und

Tschernobyl.¹³⁷ Diese Unfälle katastrophalen Ausmaßes zeigen nach König die menschliche Fehlbarkeit hinsichtlich einer adäquaten Einschätzung der radiologischen Lage und deren komplexen Wechselwirkungen auf. Die Relevanz einer umfassenden Notfallplanung bei Eintreten eines nuklearen Unfalls ist somit sehr hoch (König 2011).

Auch die Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit Barbara Hendricks bekräftigt das nicht nur theoretische Restrisiko einer kerntechnischen Katastrophe und verdeutlicht die Relevanz einer Vorhaltung aussagekräftiger Katastrophenschutz- und Evakuierungspläne mit der Festschreibung der behördlichen Zusammenarbeit sowie der Gefahrenabwehrmaßnahmen (Hendricks 2014).

Die Analyse zurückliegender Reaktorunfälle habe vor Augen geführt, dass „staatliche [...] Stellen auch unter Berücksichtigung der Umstände ungenügend vorbereitet waren“ (Kuhlen 2014, 192), so Kuhlen in der Dissertation zum Thema *Notfallschutz und Risk Governance: Zur nuklearen Sicherheit bei Kernkraftwerksunfällen*. Des Weiteren sind „Unzulänglichkeiten und Defizite beim Krisenmanagement“ (Kuhlen 2014, 192) nicht von der Hand zu weisen. Auf Grundlage einer lückenhaften Evakuierungs- und Maßnahmenplanung beschäftigt sich diese Ausarbeitung mit dem Evakuierungskonzept in der Zentral- und Mittelzone, schwerpunktmäßig mit dem Verkehrsmanagement im Evakuierungsfall, welches für eine schnelle Personenrettung als eines der wichtigsten behördlichen Maßnahmen anzusehen ist. Aufgrund des hohen Koordinierungs- und Abstimmungsbedarfes werden in dieser Arbeit Möglichkeiten aufgezeigt, eine effektive Verkehrsleitung konzeptionell und operativ in die Wege zu leiten.

Laut der INES¹³⁸ werden Störfälle den Stufen 1 bis 3 und Unfälle den Stufen 4 bis 7 zugeordnet (IAEA 2016). Die letzte Stufe beschreibt einen nuklearen Unfall mit schwerwiegenden Auswirkungen auf Mensch und Umwelt sowie die Notwendigkeit einer Evakuierung (IAEA 2016). Die Unfälle 1986 in Tschernobyl und 2011 in Fukushima sind Stufe 7 zuzuordnen.¹³⁹ Aus den beiden einschneidenden Reaktorunfällen in Japan und der Ukraine wird die Politik dazu angeregt, die eigene Sicher-

¹³⁷ Siehe dazu Kapitel 3 Referenzereignisse.

¹³⁸ Internationale Bewertungsskala für nukleare und radiologische Ereignisse (*International Nuclear and Radiological Event Scale*, kurz INES). Siehe Abbildung 1-2 sowie Abbildung A-1 im Anhang A.1.

¹³⁹ Siehe dazu Kapitel 3 Referenzereignisse.

heitslage in Deutschland neu zu überdenken. Die 1974 gegründete SSK und diverse Arbeitskreise der Innenministerkonferenz arbeiteten die Geschehnisse auf, analysierten sie, adaptierten die Erkenntnisse auf die eigene Lage und erstellten Rahmenempfehlungen als eine bundesweit einheitliche Entscheidungsgrundlage (SSK 2015a, 5). Daraus sei nach Ansicht des Deutschen Bundestages (2016, 3) abzuleiten, ob und inwiefern eine Überarbeitung des Leitfadens für Notfall- und Katastrophenschutzplanung gestaltet werden kann. Konsens ist: Es gab und gibt akuten Handlungsbedarf.

Die vorliegende Ausarbeitung stellt zwei Szenarien in einer definierten Fallkonstellation in den Vordergrund. Die Auswahl zweier Szenarien erhöht die Plastizität. Beide Freisetzungsfälle beruhen auf dem *Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2015*, veröffentlicht durch den Deutschen Bundestag (2016). Die betrachteten Szenarien entsprechen der höchsten Freisetzungsstufe der internationalen Bewertungsskala für nukleare und radiologische Ereignisse INES. Es ist anzunehmen, dass eine Freisetzung radioaktiven Materials 21 Stunden nach dem auslösenden Ereignis erfolgt. Das erste ausgewählte Szenario beschreibt einen kerntechnischen Unfall im Kernkraftwerk im niedersächsischen Grohnde, einem ländlich geprägten Raum in der Sommerzeit. Eine Ausbreitung der radioaktiven Wolke findet in Richtung Süden statt, aber auch weite Teile des Nordens sind betroffen.¹⁴⁰ Das zweite Szenario beschreibt einen kerntechnischen Unfall im Kernkraftwerk Philippsburg 2 im Norden Baden-Württembergs. Eine Ausbreitung radioaktiver Substanzen in nördlicher bzw. nordöstlicher Richtung ist zu erwarten.¹⁴¹

Für ein koordiniertes Handeln, initiiert durch die Erstinformation des Anlagenbetreibers an die untere Katastrophenschutzbehörde gemäß § 12 der Seveso-III-Richtlinie¹⁴², sind ein geeignetes Sicherheitsmanagementsystem sowie Notfallpläne für die Beherrschung von Störfällen und Unfällen zu entwickeln. Um die Handlungsabläufe zu trainieren und Kommunikationswege zwischen den Behörden zu erproben, sind Katastrophenschutzübungen unerlässlich. Wird im Ernstfall die Entscheidung getroffen, einen Voralarm auszulösen, sind weitreichende Maßnahmen zur

¹⁴⁰ Siehe dazu Abbildung 4.1

¹⁴¹ Siehe dazu Abbildung 4.3

¹⁴² Vgl. §12 der Richtlinie 2012/18/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 4. Juli 2012 zur Beherrschung der Gefahren schwerer Unfälle mit gefährlichen Stoffen, zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinie 96/82/EG des Rates.

Bevölkerungswarnung durchzuführen.¹⁴³ Eine Warnung kann über verschiedene mediale Träger erfolgen, wie über Fernsehen, Radio, Internetportale, Zeitungen oder Lautsprecherfahrzeuge der Hilfsorganisationen. Es ist darauf hinzuwirken, dass frühzeitig mit einer Kommunikation mit der Öffentlichkeit begonnen wird und ein ausreichender Informationsaufwand zur Aufklärung über Gesundheitsrisiken zu betreiben ist. Neben der Bevölkerungswarnung ist die Telekommunikation zwischen den Entscheidungsträgern, Behörden, Institutionen und Experten von essentieller Bedeutung.¹⁴⁴ Um die Bevölkerung warnen zu können, müssen die Behörden zuerst durch den Anlagenbetreiber informiert werden. Hierbei ist mit Problemen zu rechnen.

Indes ist es wichtig, der Bevölkerung konkrete Handlungsanweisungen zu erteilen, um eine bestmögliche Evakuierung zu gewährleisten.¹⁴⁵ Neben der Verkehrsinfrastruktur sind außerdem aus wirtschaftlicher Sicht Auswirkungen auf die KRITIS-Sektoren Energie, Gesundheit, Wasser, Ernährung sowie Staat und Verwaltung zu erwarten.¹⁴⁶ Neben der Darstellung der präventiven Notfallmaßnahmen ist das gesamtheitliche Evakuierungskonzept Mittelpunkt dieser Ausarbeitung. In dem betroffenen Gebiet um das AKW Grohnde müssen 90.000 und im Fall Philippsburg 390.000 Menschen in Sicherheit gebracht werden. Das hier vorliegende Evakuierungskonzept sieht vor, die gesamte Bevölkerung in einem 5 km-Radius (Zentralzone) um die kerntechnische Anlage innerhalb von sechs Stunden zu evakuieren. Dieser Prozess muss zwangsläufig vor der eigentlichen Freisetzungsphase abgeschlossen sein, um eine Gefährdung von Einsatzkräften und eine Verschleppung der Kontamination zu unterbinden. Die Evakuierung in einem Radius von 20 km um das KKW (Mittelzone) muss innerhalb eines Zeitfensters von 24 Stunden erfolgen. Hierbei gibt die vorliegende Arbeit zu bedanken, dass – unter Berücksichtigung des Verhältnisses von Evakuierungsrisiko zu Strahlenrisiko¹⁴⁷ – nur Bereiche evakuiert werden sollten, in den es auf Grundlage von prognostizierten Messungen durch das GMLZ notwendig ist. In der Mittelzone müssen darüber hinaus sequentiell Vor-

¹⁴³ Für weitere Informationen siehe Kapitel 5.6 Information und Warnung der Bevölkerung.

¹⁴⁴ Siehe dazu Kapitel 5.5 Kommunikation.

¹⁴⁵ U. a. die Aufforderung über den Verbleib im Haus, um eine Selbstevakuierung und eine daraus resultierende Überlastung des Verkehrsträgers Straße zu unterbinden. Für weitere Informationen siehe Kapitel 5.6 Information und Warnung der Bevölkerung.

¹⁴⁶ Die Unterkapitel des Kapitels 4.6 Auswirkungen auf KRITIS/Versorgung informieren hierüber.

¹⁴⁷ Das Strahlenrisiko übersteigt erst ab einem Wert von drei mSv das Risiko, das mit einer Evakuierung verbunden ist. Kapitel 5.2 Evakuierungszonen und Planungsgebiete verdeutlicht diese Problematik.

planungen hinsichtlich Aufenthalt in Gebäude und Jodtabletteneinnahme getroffen werden. Sogenannte Hot Spots, also Gebiete mit deutlicher Überschreitung der Eingreifwerte, sollten auch ohne Vorplanung evakuiert werden. Die 100 km umfassende Außenzone wurde in der vorliegenden Arbeit nicht näher betrachtet, da eine Evakuierung vermutlich nicht notwendig wird. In jeder Zone gilt es, den finanziellen Aspekt ebenso abzuwägen, wie die mit einer Evakuierung einhergehende Gefährdung für die Bevölkerung. Die Universität von Wisconsin-Madison in Zusammenarbeit mit dem Air Force Institut für Technologie empfiehlt die Schaffung sogenannter APAZs¹⁴⁸ (Hammond und Bier 2015, 9). Diese adaptiven Schutzzonen nutzen ortsspezifische und ereignisspezifische Daten, um die Evakuierungsgrenzen mit einfachen Heuristiken dynamisch zu bestimmen, anstatt sich auf starre Radien und Sektoren der gegenwärtigen Evakuierungszonen zu berufen, die bereits weit vor dem Ereignis festgelegt wurden.

Wie eine Evakuierung konkret gestaltet werden kann, ist in der Fachliteratur mit unterschiedlicher Herangehensweise niedergeschrieben.¹⁴⁹ Die Konzepte sehen aufgrund einer grenzüberschreitenden Zusammenarbeit einen ressortübergreifenden Ansatz und eine konzeptionelle Planungsgrundlage für eine schnelle Evakuierungsdisposition als eine zentrale Aufgabe der planenden Behörden vor. Es wird das Ziel verfolgt, die Fluchtströme zu lenken, eine Evakuierung der Zentral- und Mittelzone vorzunehmen und die Verkehrsinfrastruktur bestmöglich zu nutzen (AG Fukushima 2014, 4f.).

Weiterhin sind in der Evakuierungsplanung unterschiedliche Verkehrsträger zu betrachten. Die Selbstevakuierung ist in besonderem Maße zu berücksichtigen, da nach Angabe des Statistischen Bundesamtes 78% der Bevölkerung im Jahr 2011 ein eigenes Auto besaß und die Evakuierung somit selbst durchführen würde (Hütter 2013, 29). Auch die Universität Stuttgart belegt dieses Fluchtverhalten (Universität Stuttgart et al. 2013, 93). Neben den Autos, welche aus Sicht der Verfasser der vorliegenden Arbeit nur sekundär als Transportmittel dienen sollten, sind primär Flugzeuge, Busse und vor allem Züge für die Evakuierung zu verwenden.¹⁵⁰ Mittels Shuttle-Bussen, die im Kreis verkehren, werden die zu evakuierenden Personen von

¹⁴⁸ Adaptive Protective Action Zones (Adaptive Schutzzonen).

¹⁴⁹ Siehe hierzu Kapitel 5.1 Evakuierungskonzepte der Literatur.

¹⁵⁰ Siehe dazu den Kern der Arbeit: Kapitel 5.10 Transport und Verkehrsmanagement.

Sammelstellen, die zuvor an die Bevölkerung in dem entsprechenden Evakuierungsbezirk kommuniziert wurden und die zu Fuß erreichbar sind, zu zentraleren Evakuierungsknotenpunkten transportiert. Dadurch wird eine Überlastung von Sammelstellen, Bahnhöfen oder Flughäfen mit privaten Pkw weitestgehend vermieden. Die Bevölkerung wird mit Bussen zu beispielsweise Bahnhöfen transportiert, von wo aus eine sternförmige Aufteilung der Evakuierungsrouten erfolgt, um die Bevölkerung gleichmäßig in Aufnahmegebiete zu transportieren. Auf die Ausbreitungsrichtung der radioaktiven Wolke ist zu achten. Im Szenario 1 wird zur Evakuierung verstärkt auf den Luftwaffenstützpunkt 62 zurückgegriffen. Entsprechende Handlungsanweisungen müssen an die Bevölkerung weitergegeben werden, wie u. a. die Aufforderung über den Verbleib im Haus, um eine Selbstevakuierung und eine daraus resultierende Überlastung des Verkehrsträgers Straße zu unterbinden. Um eine effektive Evakuierung in alle Richtungen zu gewährleisten, werden in der vorliegenden Arbeit Konzepte für die Festlegung von Evakuierungsrouten in definierte Aufnahmegebiete vorgestellt, die weitreichende infrastrukturelle Voraussetzungen erfüllen müssen.¹⁵¹ Unter Einbeziehung der Polizei sind verkehrslenkende Maßnahmen durchzuführen. Rettungsachsen sind zu bilden, die ausschließlich von an- und abrückenden Einsatzkräften zu benutzen sind. Dadurch wird ein Vorrücken in das durch Staus völlig überlastete Evakuierungsgebiet überhaupt erst möglich. Auch wenn die vorliegende Arbeit speziell darauf eingeht, den Anteil an Selbstevakuierenden zu minimieren, kann es nicht gänzlich ausgeschlossen werden und vor allem Fernstraßen werden überlastet sein.¹⁵² Die definierten Aufnahmegebiete müssen eine ausreichende Kapazität, infrastrukturelle Vielfalt, eine Möglichkeit der medizinischen Versorgung kontaminierter Personen¹⁵³ sowie eine ausreichende Versorgungsleistung bieten. Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe empfiehlt für das aufnehmende Bundesland eine Aufnahmekapazität von 1% der eigenen Bevölkerung. Das unter der Federführung des BBK laufende Projekt FP410 unterstützt die Minimierung von grenzüberschreitenden Abstimmungsproblemen.

Eine andere Betrachtungsweise verfolgt Brian Wolshon, Professor an der Louisiana State University (Wolshon 2006). Auf Grundlage der amerikanischen Evakuierungs-

¹⁵¹ Kapitel 5.11 Aufnahmegebiete befasst sich näher mit dieser Thematik.

¹⁵² Siehe hierzu Kapitel 5.10.1 Straßenverkehr.

¹⁵³ Fachkrankenhäuser und Notfallstationen.

planung erklärt er die Fehler und Verbesserungsmöglichkeiten, die durch die Analyse der Evakuierung infolge des Hurrikan Katrina erkannt wurden. Wolshon bestätigt, dass die herkömmlichen Transportkapazitäten der Straße einer Großevakuierung in keiner Weise Rechnung tragen können. Er prägte deshalb den Begriff „contraflow“, also die Eröffnung aller Autobahn-Fahrspuren – einschließlich des Gegenverkehrs – in eine Richtung. Austauschvorgänge und Überkreuzungen sowie der Zeitpunkt der Spurfreigabe müssten planerisch genau erörtert werden (Wolshon 2006, 29-33). Bei ausreichender Planung sind mit dieser Vorgehensweise gute Ergebnisse zu erzielen.

Das angenommene Szenario sieht eine Beendigung der Evakuierung nach 21 Stunden – dem Beginn der Hauptfreisetzung – vor. Nur in Ausnahmefällen und nach ausreichender Abwägung der Risiken, kann eine nachträgliche Evakuierung in Betracht gezogen werden, auch wenn ein radioaktiver Produktaustritt in die Atmosphäre bereits erfolgt. Ziel dabei ist immer die Verringerung oder der Ausschluss einer Strahlenexposition für die Bevölkerung. Es gilt jedoch stets, lageabhängige individuelle Entscheidungen unter Abwägung von Risiken zu treffen. Im Vorfeld müssen zu Seniorenheimen, Bildungseinrichtungen, Kindertagesstätten, Schulen oder Krankenhäusern sowie vergleichbaren Einrichtungen gesonderte Evakuierungspläne erstellt werden. Entsprechende Transportmittel für solche Einrichtungen sind vorzuhalten. Letztere nehmen jedoch sehr viel Zeit sowie personelle und materielle Ressourcen in Anspruch. In dieser Zeit können wesentlich mehr andere Personen evakuiert werden. Aus Zeitgründen empfehlen die Verfasser dieser Arbeit daher Krankenhäuser und pflegebedürftige Personen nachgeordnet zu evakuieren, sodass vorher einer möglichst großen Anzahl an Menschen eine Evakuierung gelingen kann.¹⁵⁴ Für die Planung der Fluchtströme und den Abtransport der zu evakuierenden Personen sind Sammelplätze¹⁵⁵ einzurichten, Transportmittel für eine Sammelbeförderung bereitzustellen, Warn- und Informationsmittel zu verwenden und sämtliche Maßnahmen des Verkehrsmanagements niederzuschreiben.

Des Weiteren gilt es die Sicherheit und Ordnung im und um das Evakuierungsgebiet durch die Polizei zu wahren. Nicht zuletzt müssen geeignete Unterbringungsmaßnahmen getroffen und die Betreuung sowie medizinische Versorgung von Kon-

¹⁵⁴ Verfolgung eines utilitaristischen Ansatzes (Abwägung der Anzahl von Geretteten). Weitere Ausführungen sind in Kapitel 5.4.2 Prioritäten-Festlegung zu finden.

¹⁵⁵ Siehe Kapitel 5.8 Gliederung des Evakuierungsgebietes.

taminierten in die Wege geleitet werden. Die Interdependenzen hinsichtlich Kommunikation, Zusammenarbeit und Abstimmung sind zu dokumentieren. Aus Gründen der Familienzusammenführung oder Vermisstensuche ist die Registrierung zu beachten.

Wie die SSK, der Deutsche Bundestag und die AG Fukushima erörtern, kommt der technischen Evakuierungsplanung mittels diverser Transportmittel eine entscheidende Bedeutung zu, um Menschen zu retten und das Schadensausmaß zu minimieren. Deshalb stellt die Kapazitätsberechnung der Evakuierungswege einen Schwerpunkt in der vorliegenden Ausarbeitung dar.¹⁵⁶ Um alle Evakuierungswege voll ausschöpfen zu können, jedoch nicht zu überlasten, müssen die Behörden genaue Kenntnis über Transportmittel und deren Kapazitäten haben. Betrachtet wurden der Straßenverkehr, die Schifffahrt, schienengebundene Transportmittel sowie die Luftfahrt.¹⁵⁷

Auf Grundlage der von Ober-Sundermeier (2003, 115) ermittelten straßengebundenen Kapazitätsgrenze von 2.000 Kfz/h pro Fahrstreifen kann angenommen werden, dass eine zweispurige Autobahn unter idealisierten Bedingungen pro Stunde max. 4.000 Pkw aufnehmen kann.¹⁵⁸ Im Falle des angenommenen Szenarios 1 – dem Kernkraftwerk Grohnde – stehen im schlimmsten Fall nur acht einspurige Bundesstraßen für 30.000 Pkw zur Verfügung – was einen verkehrstechnischen Kollaps bedeutet. Durch ein planloses und verängstigtes Handeln der Autofahrer besteht die Gefahr einer Überlastung aller Straßenverkehrswege. Der motorisierte Individualverkehr wird daher überlastet sein und zudem für zahlreiche Staus sorgen. Auf ihn sollte somit möglichst nicht zurückgegriffen werden, um Rettungsachsen nicht noch mehr zu versperren und durch die im Stau feststeckenden Personen keine Verlagerung des eigentlichen Problems herbeizuführen.¹⁵⁹

Im Schienenverkehr sind von den Behörden sämtliche kapazitätsbeeinflussende Faktoren zu beachten. Sowohl ICE als auch Regionalexpressen haben unterschiedliche

¹⁵⁶ Siehe hierzu Kapitel 5.3 Kapazitätsberechnung der Evakuierungswege.

¹⁵⁷ Näheres in den Kapitel 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3 sowie 5.3.4.

¹⁵⁸ Weitere Informationen in Kapitel 5.3.1 Straßenverkehr.

¹⁵⁹ Falsches Verhalten der Behörden verschlimmert die Auswirkungen eines Atomunfalls. Kreuzfeldt (2016, 13) gibt dabei zu bedenken, dass bei einem gleichzeitig stattfindenden Verlassen aller Menschen einer betroffenen Region „der Verkehr [zusammenbricht] – und die Menschen im Stau [stehen], wenn die radioaktive Wolke über sie hinwegzieht, statt sich in einem Gebäude aufzuhalten, das den Großteil der Strahlung abschirmt“. Siehe dazu auch Kapitel 3 Referenzereignisse: In Japan kam es zu massiven Staus und dadurch Verzögerungen in der Evakuierung.

Aufnahmekapazitäten. Zur Erhöhung der Kapazität müssen die Zugfahrten in geringeren Abständen durchgeführt, Weiterfahrten und Umsteigemöglichkeiten geplant, bauliche Voraussetzungen geschaffen und personelle Ressourcen ausgeschöpft werden. Busse dienen vornehmlich als Zubringerfahrzeuge. Durch die hohe Geschwindigkeit und Fluktuation ist die Zugfahrt für beide Szenarien als sehr geeignet anzusehen. Eine sternförmige Verteilung der Evakuierungsrouten erhöht die Evakuierungskapazität in kurzer Zeit. Mithilfe diverser Geoinformationssysteme (GIS) lassen sich Standorte von Haltestellen, Hauptbahnhöfen und Flughäfen ermitteln und in die verkehrstechnische Planung einbeziehen. Voraussetzung für das Funktionieren dieser Methode ist das Zusammenspiel von Bus und Bahn. Durch die Kennzeichnung von Sammelstellen kann gewährleistet werden, dass zeitnah Busse die Personen zu den Zug-Haltestellen transportieren und von dort eine Aufteilung der Evakuierungsrouten erfolgen kann. Der Transport zu verschiedenen Aufnahmeorten kann somit bestmöglich erreicht werden.

Auch die Schifffahrt kann als sekundäres Transportmittel zur Evakuierung dienen. Hier ist jedoch zu bedenken, dass zwar eine große Anzahl an Schiffs- und Bootsorten existiert, jedoch bei weitem nicht alle zur Personenbeförderung geeignet sind. Personen auf einem Güterschiff zu transportieren birgt ein hohes Verletzungsrisiko für die Betroffenen. Nicht zuletzt stehen auf der Weser und speziell in Niedersachsen und Baden-Württemberg eine bestimmte Anzahl an Personentransportschiffen zur Verfügung, die in Ansprache mit den zuständigen Schifffahrtsämtern zu Evakuierungszwecken hinzugezogen werden könnten. Diese Möglichkeit ist jedoch keine feste planbare Größe, da der Ort und die Zeit der Katastrophe sowie die Frage, ob das Gebiet an einem Gewässer, das mit Schiffen zu befahren ist, angebunden ist, unbekannt ist. Somit lässt sich sagen, dass das Schiff für eine Evakuierung eines solchen Ausmaßes – auch aufgrund der langsamen Geschwindigkeit – nur bedingt geeignet ist und nur im Notfall erfolgen sollte. Eine detaillierte Planung für jeden AKW-Standort muss durchgeführt werden.

Zuletzt gilt es auch die Luftfahrt als mögliches Transportmittel zu beachten. Vor allem die Bundeswehr besitzt eine Vielzahl an Transportflugzeugen, die zu Evakuierungszwecken im Inland verwendet werden können. Vor allem das Lufttransportgeschwader 62 in Wunstorf ist im Szenario 1 als besonders wichtiger Evakuierungsknotenpunkt zu sehen. Auch für den Transport von schwerverletzten oder intensivpflichtigen

Patienten bietet die Bundeswehr mit dem Airbus A310 MRTT (MedEvac-Flugzeug) ideale Möglichkeiten. 62 Transportmaschinen des Typs A400M stehen in Wunstorf zur Verfügung, weshalb die Verfasser der vorliegenden Arbeit im Szenario 1 verstärkt die Evakuierung über den Luftweg wählen (Kommando Luftwaffe 2016). Alle Transportflugzeuge der Bundeswehr eignen sich darüber hinaus zur Landung auf unbefestigtem Gelände. Zudem können viele internationale Flughäfen angeflogen werden, sodass ein schnelles Verbringen großer Menschenmengen vor allem in Grohnde möglich ist. In Philippsburg ist diese Möglichkeit weniger auszuschöpfen, da das Erreichen, aufgrund der Entfernung zwischen dem Luftwaffenstützpunkt und Baden-Württemberg, in Anbetracht der kurzen Zeit für die Evakuierung der Zentralzone nicht zu realisieren ist. Daher wird hier zunächst vermehrt auf Busse und Züge zurückgegriffen, die Personen zu zivilen Flughäfen transportieren, um sie von dort aus in entfernte Gebiete zu befördern. Im weiteren Verlauf der Evakuierung der Mittelzone kann der Transport mit Bundeswehrmaschinen in Erwägung gezogen werden.

Als letzte zentrale Aufgabe der Behörden ist die Festschreibung einer einheitlichen Führungsorganisation zu nennen. Die Verfasser der vorliegenden Arbeit empfehlen als neuen Denkansatz einen bundesweit zentralen Führungsstab in Potsdam – das sogenannte Einsatzführungskommando.¹⁶⁰ Ziel ist die Bündelung von Fachwissen, eine „querschnittliche Besetzung“ (Einsatzführungskommando der Bundeswehr 2013, 9) sowie die Zusammenkunft sämtlicher an dem Krisenmanagement beteiligten Entscheidungsträger an einem zentralen Ort. Regierungsmitglieder aus Berlin müssen durch die örtliche Nähe diesen Bund-Länder-Krisenstab direkt anfahren. Parallel wird zeitnah das GMLZ des BBK in Bonn einberufen. Die dort arbeitenden Experten sind für eine lageabhängige Darstellung des Schadensereignisses zuständig. Das BfS unterstützt die Bundesländer bei der Berechnung von Ausbreitungsprognosen mit dem RODOS-System. Das BMUB, die SSK, das BfS und andere Fachbehörden und Organisationen haben beratenden Charakter und unterstützen die Länder im Entscheidungsprozess. Abhängig vom Ort des kerntechnischen Unfalls muss die Voraussetzung dazu geschaffen werden, entsprechende Entscheidungsträger per Videokonferenz nach Potsdam zuzuschalten. Die Videozuschaltung muss resistent gegenüber den – in dieser Arbeit angenommenen – Stromausfällen sein. Diese können wie beschrieben durch den Kraftwerksausfall selbst bzw. die Entscheidung der

¹⁶⁰ Siehe hierzu auch Kapitel 5.4 Führungsorganisation.

Politik alle bundesweit aktiven Kernkraftwerke unverzüglich zu Zwecken der technischen Überprüfung abzuschalten, auftreten. Erreicht werden kann dies durch die frühzeitige Vorbereitung und Verwendung von Notstromaggregaten sowie Satellitenkommunikationstechnik der Bundeswehr. So ist es möglich, dass alle Beteiligten zur selben Zeit dieselben Erkenntnisse haben und gemeinschaftlich Entscheidungen getroffen werden können. Auf ein „Kompetenznetzwerk zur [fachlichen] Krisenbewältigung“ (Kuhlen 2014, 150) und Vermeidung langer Meldewege unter Federführung der Bundeswehr ist hinzuwirken. Die Verfasser der vorliegenden Arbeit empfehlen ungeachtet der geltenden Vorschriften, dass der Führungsstab der Bundeswehr die Befehlsgewalt besitzt, eine Evakuierung der Zentralzone in die Wege zu leiten, bis der Stab vollständig einsatzbereit ist. Dies spart wertvolle Zeit bei der sehr zeitkritischen Evakuierung der Zentralzone.

Zuletzt gilt es, für das Krisenmanagement im Fall eines nuklearen Unfalls einen Ausblick zu geben. Es lässt sich sagen, dass es für jedes Kernkraftwerk in Deutschland ein Evakuierungskonzept geben muss, dass die Rahmenempfehlungen berücksichtigt und eine internationale Zusammenarbeit vorsieht. Die Planung darf nicht an der Grenze des Landkreises aufhören. Zudem müssen alle Transportmittel auf deren Tauglichkeit und Verfügbarkeit geprüft werden. Sämtliche Zuständigkeiten müssen geklärt sein, sowohl auf Landes- als auch auf Bundesebene. Wie zuvor beschrieben sollte ein einheitlicher Bund-Länder-Krisenstab gebildet werden, um die Bevölkerung nicht durch viele oder widersprüchliche Aussagen zu verunsichern. Es muss eine dynamische Lagebeurteilung erfolgen, unter Zuhilfenahme von RODOS, APAZ, GIS und vergleichbaren Programmen. Verkehrstechnisch ist vor allem die Bahn als geeignetes Transportmittel anzusehen, sodass Verträge mit der Deutschen Bahn zur Bereitstellung von Notfallzügen abgeschlossen werden sollten. Des Weiteren muss die frühzeitige Warnung der Bevölkerung strikt durchdacht werden. Es sollte ein Ausbau eines flächendeckenden, kombinierten sowie modernen Warn- und Alarmsystems für die Bevölkerung implementiert werden.

Die Planungen dürfen nicht länger herausgezögert werden, wie etwa in Hameln. Die Stadt in Niedersachsen ist weniger als zehn Kilometer vom AKW Grohnde entfernt. Die Empfehlungen der SSK sehen vor, dass der gesamte betroffene Landkreis Hameln-Pyrmont mit 175.000 Personen in der Mittelzone evakuiert werden muss. Vorbereitungen für eine solche Maßnahme gibt es jedoch nicht. „Wir haben mit der

Umsetzung der neuen Empfehlungen noch nicht begonnen, weil es dafür noch keine Vorgaben vom Land gibt“ (Kreutzfeldt 2016, 13), so Harald Menzel, der im Landkreis als Amtsleiter für den Katastrophenschutz zuständig ist. Dieses Phänomen gilt jedoch nicht nur für Hameln. Konkrete Erkenntnisse zu zeitlichen Ansätzen der Länder für die praktische Umsetzung der von der SSK ausgegebenen Empfehlungen für den Katastrophenschutz in der direkten Umgebung von Kernkraftwerken liegen der Bundesregierung nur von Schleswig-Holstein und Bayern vor, so Rita Schwarzelühr-Sutter von der SPD (Kreutzfeldt 2016, 13). Sie merkt an, dass die Bundesländer zwar versuchen die Empfehlungen umzusetzen, der AKW-Katastrophenschutz in der Bundesrepublik aber wohl erst praxistauglich wird, wenn auch das letzte Kraftwerk abgeschaltet ist (Kreutzfeldt 2016, 13).

Literaturverzeichnis

ADAC [ALLGEMEINER DEUTSCHER AUTOMOBIL-CLUB E. V.], 2015. *ADAC Pan-
nenstatistik 2015* [online]. Juni 2015 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfüg-
bar unter: https://www.adac.de/_mmm/pdf/28465_259927.pdf

AG FUKUSHIMA. UAG Evakuierungsplanung, 2014. *Rahmenempfehlung für die
Planung und Durchführung von Evakuierungsmaßnahmen einschließlich der
Evakuierung für eine erweiterte Region (RE Evakuierungsplanung)*. Berlin:
Ständige Konferenz der Innenminister und -senatoren der Länder, 25. August
2014

AGBF BUND [ARBEITSGEMEINSCHAFT DER LEITER DER BERUFSFEUER-
WEHREN IN DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND]. Arbeitskreis Zivil-
und Katastrophenschutz, 2016. *Rahmenempfehlungen für die Planung und
Durchführung von Evakuierungsmaßnahmen einschließlich der Evakuierung für
eine erweiterte Region: Hinweise der AGBF* [online]. Münster: AGBF Bund, 05.
Mai 2016 [Zugriff am: 27. Oktober 2016]. Verfügbar unter: [http://www.agbf-
bund.de/pdf/Evakuierung%20160505.pdf](http://www.agbf-bund.de/pdf/Evakuierung%20160505.pdf)

ARNDT, M., 2016. Tschernobyl – die bekannte, unbekannte Katastrophe. In: *APuZ –
Aus Politik und Zeitgeschichte*. Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung,
21. März 2016, **66**(12-13/2016), 3-10. ISSN 0479-611X

AUMONIER, S. und M. MORREY, 1990. Non-radiological risks of evacuation. In:
Journal of Radiological Protection. **10**(4), 287-290. ISSN 0952-4746

AUSSCHUSS FEUERWEHRANGELEGENHEITEN, KATASTROPHENSCHUTZ
UND ZIVILE VERTEIDIGUNG, 2012. *Feuerwehr-Dienstvorschrift FwDV 500
„Einheiten im ABC – Einsatz“*

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT, 2016. *Radioaktivität und Strahlung –
Vorkommen und Überwachung* [online]. Augsburg: Bayerisches Landesamt für
Umwelt, 30. März 2016 [Zugriff am: 27. Oktober 2016]. Verfügbar unter:
[http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_56_radioaktivitaet_strahlung_gr
undbegriffe.pdf](http://www.lfu.bayern.de/umweltwissen/doc/uw_56_radioaktivitaet_strahlung_grundbegriffe.pdf)

- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNEREN, FÜR BAU UND VERKEHR, 2016. 2154-I Richtlinien für Evakuierungsplanungen. In: *Allgemeines Ministerialblatt*. München, 29. Februar 2016, **29**(2), 35-38
- BECKER, O., 2013. *Die Schwachstellen des AKW Grohnde: Aktueller Handlungsbedarf für die Aufsichtsbehörde* [online]. Hannover, 14. Januar 2013 [Zugriff am: 28 November 2016]. Verfügbar unter: http://grohnde-kampagne.de/2013-01-16_Studie_AKW_Grohnde.pdf
- BG ETEM [BERUFSGENOSSENSCHAFT ENERGIE TEXTIL ELEKTRO MEDIENERZEUGNISSE]. Institut für Strahlenschutz, 2015. *Regionale Strahlenschutzzentren des Instituts für Strahlenschutz* [online]. Köln: Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse, 01. Dezember 2015 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: <https://www.bgetem.de/arbeits-sicherheit-gesundheitsschutz/institute/institut-fuer-strahlenschutz-1/regionale-strahlenschutz-zentren>
- BMUB [BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT], 2015. *Atomkraftwerke in Deutschland* [online]. Berlin: BMUB Presse- und Informationsstab, 26. November 2015 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: www.bmub.bund.de/P2643/
- BOBSIN, K., 2006. *Modellgestützte Untersuchung von Strategien der Katastrophenlogistik, insbesondere großräumige Evakuierungen*. Diplomarbeit. Dresden: Technische Universität Dresden, 25. Juli 2006 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/FIS/DownloadsInformationsangebote/Hochschulschriften/Bobsin.pdf?__blob=publicationFile
- BOMBARDIER, 2016a. *Doppelstockwagen – Deutschland: Technische Details* [online]. Berlin: Bombardier Inc. [Zugriff am: 04. Dezember 2016]. Verfügbar unter: <http://de.bombardier.com/de/transportation/praesenz-in-deutschland/projekte/projekt-details.double-deck-germany.html?>
- BOMBARDIER, 2016b. *Hochgeschwindigkeitszug ICE 3 - Deutschland & Niederlande: Technische Details* [online]. Berlin: Bombardier Inc. [Zugriff am: 04. Dezember 2016]. Verfügbar unter: <http://de.bombardier.com/de/transportation/>

praesenz-in-deutschland/projekte/projektdetails.ice-3-germany-netherlands.html?

BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ, 2015. *Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung: Jahresbericht 2013*. Bonn: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 21. Juli 2015

BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ, 2016a. *Notfallschutz nach Tschernobyl: Konsequenzen für Deutschland* [online]. Salzgitter: Bundesamt für Strahlenschutz, 17. Februar 2016 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: <http://www.bfs.de/DE/themen/kt/unfaelle/tschernobyl/notfallschutz/notfallschutz.html>

BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ, 2016b. *Wie wirkt Strahlung?* [online]. Salzgitter: Bundesamt für Strahlenschutz, 04. Mai 2016 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: <http://www.bfs.de/DE/themen/ion/wirkung/einfuehrung/einfuehrung.html>

BUNDESAMT FÜR STRAHLENSCHUTZ, 2016c. *Was ist ionisierende Strahlung?* [online]. Salzgitter: Bundesamt für Strahlenschutz, 15. Juli 2016 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.bfs.de/DE/themen/ion/einfuehrung/einfuehrung_node.html

CONKLIN, C. und J. EDWARDS, 2000. Selection of protective action guides for nuclear incidents. In: *Journal of Hazardous Materials*. Elsevier, 28. Juni 2000, **75**(2-3), 131-144. ISSN 0304-3894

DEUTSCHER BUNDESTAG, 2010. *Drucksache 17/2871: Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Sylvia Kotting-Uhl, Hans-Josef Fell, Bärbel Höhn, weiterer Abgeordneter und der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN – Drucksache 17/2403 –: Nuklearer Katastrophenfall-Katastrophenschutz und Evakuierung*. Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 03. September 2010

DEUTSCHER BUNDESTAG, 2016. *Drucksache 18/7209: Unterrichtung durch die Bundesregierung: Bericht zur Risikoanalyse im Bevölkerungsschutz 2015*, Köln: Bundesanzeiger Verlag GmbH, 04. Januar 2016

- EHRHART, H.-G. und G. NEUNECK, 2016. Sicherheitspolitische Bedrohungen und Risiken: Zivile Verteidigung und Zivilschutz aus der Sicht der Friedens- und Konfliktforschung. In: *Bevölkerungsschutz*. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, März 2016, **16**(3), 2-6. ISSN 0940-7154
- EIDEMÜLLER, D., 2014. *Welche Schäden ruft radioaktive Strahlung hervor?* [online]. Heidelberg: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, 28. Februar 2014 [Zugriff am 28. November 2016]. Verfügbar unter: <http://scilogs.spektrum.de/atommuell-debatte/welche-schaeden-ruft-radioaktive-strahlung-hervor/>
- EINSATZFÜHRUNGSKOMMANDO DER BUNDESWEHR. Presse- und Informationszentrum, 2013. *Einsatzführungskommando der Bundeswehr* [online]. Schwielowsee: Einsatzführungskommando der Bundeswehr, Oktober 2013 [Zugriff am: 24. November 2016]. Verfügbar unter: <http://www.einsatz.bundeswehr.de/resource/resource/MzEzNTM4MmUzMzMzMmUzMtM1MzMjYTM2MzEzMdMwMzAzMDMwMzAzMDY4NmY3YTc2NzAzNjczMzYyMDIwMjAyMDIw/EFK%20Broschüre%202013.pdf>
- ELKRAFT SYSTEM, 2003. *Power failure in Eastern Denmark and Southern Sweden on 23 September 2003: Final report on the course of events*. Ballerup: Elkraft System, 04. November 2003. ISBN 87-986969-6-3
- FGSV [FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN E. V.], 2001. *Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)*. Ausgabe 2001. Köln: FGSV
- FIECHTER, H.-B., 2011. *Schienenkapazität – Annäherung an eine Unbekannte* [online]. Bern: Trasse Schweiz AG [Zugriff am: 04. Dezember 2016]. Verfügbar unter: http://www.trasse.ch/doc/de_SVWG_Kapazitaet_080528.pdf
- FLUGHAFEN DÜSSELDORF GMBH, 2015. *Flugbetrieb am Düsseldorfer Flughafen*. Düsseldorf: Flughafen Düsseldorf GmbH, November 2015
- GRS [GESELLSCHAFT FÜR ANLAGEN- UND REAKTORSICHERHEIT GGMBH], 2016. *Fukushima Daiichi – Unfallablauf, radiologische Folgen*. 5. überarbeitete Auflage. Köln: Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit gGmbH, März 2016. ISBN 978-3-944161-86-0

- HAMMOND, G.D. und V.M. BIER, 2015. Alternative evacuation strategies for nuclear power accidents. In: *Reliability Engineering and System Safety Volume*. Elsevier, März 2015, Volume 135, 9-14. ISSN 0951-8320
- HASEGAWA, R., 2013. *Disaster Evacuation from Japan's 2011 Tsunami Disaster and the Fukushima Nuclear Accident*. Paris: Institut du développement durable et des relations internationales, Mai 2013. Studies No.05/13. ISSN 2258-7535
- HENDRICKS, B., 2014. *Zum 3. Jahrestag der Atomkatastrophe von Fukushima erklärt Bundesumweltministerin Barbara Hendricks* [online]. Berlin: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, 10. März 2014, Pressemitteilung Nr. 039/14 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: www.bmub.bund.de/N50682/
- HORN, P. und J. NAUMANN, 2016. Großräumige Evakuierungsplanung. In: *Bevölkerungsschutz*. Bonn: Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe, März 2016, **16**(3), 18-21. ISSN 0940-7154
- HÜTTER, A., 2013. *Verkehr auf einen Blick* [online]. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt, April 2013 [Zugriff am: 21. November 2016]. Verfügbar unter: https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/TransportVerkehr/Querschnitt/BroschuereVerkehrBlick0080006139004.pdf?__blob=publicationFile
- IAEA [INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY], 2008. *Proceedings of an International Conference on Chernobyl: Looking Back to go Forward: Organized by the International Atomic Energy Agency on behalf of the Chernobyl Forum and held in Vienna, 6–7 September 2005*. Vienna: International Atomic Energy Agency. ISBN 978-92-0-110807-4
- IAEA [INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY], 2011. *Report: The Great East Japan Earthquake Expert Mission: IAEA International Fact Finding Expert Mission of the Fukushima Dai-ichi NPP Accident following the Great East Japan Earthquake and Tsunami* [online]. Tokio, Japan, 16. Juni 2011 [Zugriff am: 27. Oktober 2016]. Verfügbar unter: http://www-pub.iaea.org/MTCD/Meetings/PDFplus/2011/cn200/documentation/cn200_Final-Fukushima-Mission_Report.pdf

- IAEA [INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY], 2015. *The Fukushima Daiichi Accident: Report by the Director General*. Vienna: IAEA. ISBN 978-92-0-107015-9
- IAEA [INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY], 2016. *INES: The International Nuclear and Radiological Event Scale* [online], Wien: International Atomic Energy Agency [Zugriff am: 26. Oktober 2016]. Verfügbar unter: <https://www.iaea.org/sites/default/files/ines.pdf>
- JOHNSON, T. und S. WEISS, 2011. *Wenn die Busse kommen – Evakuierung einer Stadt* [online]. Stuttgart: Südwestrundfunk, 04. März 2011 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: <http://www.swr.de/odyssey/wenn-die-busse-kommen-evakuierung-einer-stadt/-/id=1046894/did=7724566/nid=1046894/1c7o7ja/index.html>
- KOMMANDO LUFTWAFFE. Presse- und Informationszentrum der Luftwaffe, 2013. *Deutsche Waffensysteme bei Brilliant Arrow 2011* [online]. Berlin: Bundesministerium der Verteidigung, 26. November 2013 [Zugriff am: 15. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.luftwaffe.de/portal/a/luftwaffe/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP3I5EyrpHK9nHL9cJBsSqpecn5eagmLEnNK8kEkulFiS X5RXoF-UUIOS CZ0qliolxeZop-plGhi5OBmQEMGNZY-Fi6exsbGhu5eDoF6Rfk5joCAFMK9pE/
- KOMMANDO LUFTWAFFE. Presse- und Informationszentrum der Luftwaffe, 2015. *Sikorsky CH-53* [online]. Berlin: Bundesministerium der Verteidigung, 12. März 2015 [Zugriff am: 15. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.luftwaffe.de/portal/a/luftwaffe/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP3I5EyrpHK9nHK98sS0NL2M0qRiveQMU2P9gm xHRQC6cbSa/
- KOMMANDO LUFTWAFFE. Presse- und Informationszentrum der Luftwaffe, 2016. *Airbus A400M* [online]. Berlin: Bundesministerium der Verteidigung, 29. April 2016 [Zugriff am: 15. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.luftwaffe.de/portal/a/luftwaffe/!ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP3I5EyrpHK9nHK98sS0NL2SosQ8vUQTAWP9gm xHRQCZE q9B/

- KÖNIG, W., 2011. *Umdenken nach Tschernobyl und Fukushima* [online]. Salzgitter: Bundesamt für Strahlenschutz, 26. April 2011 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.bfs.de/DE/themen/kt/unfaelle/umdenken/umdenken_node.html
- KREUTZFELDT, M., 2016. Warnung aufs Handy. In: *Das Parlament*. Berlin: Deutscher Bundestag, 15. August 2016, **66**(33-34), 13. ISSN 0031-2258
- KRITZINGER, S., et al., 2009. *Endbericht Entwicklung des Luftverkehrs in Baden-Württemberg bis 2025: Fachgutachten „Luftverkehr“ im Rahmen der Fortschreibung des Generalverkehrsplans Baden-Württemberg*. Basel: ProgTrans AG
- KUHLEN, J., 2014. *Notfallschutz und Risk Governance: Zur nuklearen Sicherheit bei Kernkraftwerksunfällen*. Braunschweig: Institut für Sozialwissenschaften, 07. April 2016
- KUROKAWA, K., et al., 2012. *The official report of The Fukushima Nuclear Accident Independent Investigation Commission* [online]. Japan: The National Diet of Japan, November 2011 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: https://www.nirs.org/wp-content/uploads/fukushima/naic_report.pdf
- LANDKREIS HAMELN-PYRMONT. Amt für Feuerwehr/KatS/Rettungsdienst, 2016. *Katastrophenschutz: Leistungsbeschreibung* [online]. Hameln: Landkreis Hameln-Pyrmont [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: <https://www.hameln-pyrmont.de/index.php?object=tx%7c2561.2&ModID=10&FID=2561.1255.1>
- LÖFFLER, H., et al., 2012. *Ressortforschungsberichte zur kerntechnischen Sicherheit und zum Strahlenschutz: Aktualisierung der Quelltermbibliothek des Entscheidungshilfesystems RODOS für Ereignisse im Leistungsbetrieb - Vorhaben 3609S60009*. Salzgitter: Bundesamt für Strahlenschutz, Februar 2012
- MEZ, L., 2016. *INES - Die Internationale Bewertungsskala für nukleare Ereignisse* [online], Bonn: Bundeszentrale für politische Bildung, 18 April 2016 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/tschernobyl/225079/ines-die-internationale-bewertungsskala-fuer-nukleare-ereignisse>

- MÜNCHMEYER, T., 2016. Trügerisch still: Die Nuklearkatastrophe und ihr Nachspiel: Eine Spurensuche. In: B. ERENZ und V. ULLRICH, Hrsg. *ZEIT Geschichte*. Hamburg: Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG, Nr. 01/2016, 90-92
- NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND VERKEHR, 2016. *Flughafen Hannover-Langenhagen* [online]. Hannover: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr [Zugriff am: 15. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.mw.niedersachsen.de/startseite/themen/verkehr/luftverkehr/flugplaetze_niedersachsen/flughafen_hannoverlangenhagen/der-flughafen-hannover-langenhagen-15981.html
- OBER-SUNDERMEIER, A., 2003. Entwicklung eines Verfahrens zur Stauprognose an Engpässen auf Autobahnen unter besonderer Berücksichtigung von Arbeitsstellen. In: *Schriftenreihe Verkehr der Universität Kassel*. Kassel: Fachgebiet Verkehrssysteme und Verkehrsplanung Universität Kassel, Mai 2003, Heft 15. ISBN 3-89958-034-6
- PETROWSKAJA, K., 2016. Nichts stimmte: Mit Tschernobyl endete eine Ära – und meine Kindheit: Eine Erinnerung. In: B. ERENZ und V. ULLRICH, Hrsg. *ZEIT Geschichte*. Hamburg: Zeitverlag Gerd Bucerius GmbH & Co. KG, Nr. 01/2016, 93-94
- RAMM, B., 2014. *Wirkung hoher Strahlendosen auf den Menschen* [online]. Berlin: Goruma, 28. November 2014 [Zugriff am: 28. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.goruma.de/Wissen/Naturwissenschaft/StrahlungenUmwelt/Wirkung_hoher_strahlendosen.html
- REDAKTION DER BUNDESWEHR, 2013. *Die Transall als Rettungsfieger (Sprechertext)* [online]. Berlin: Bundesministerium der Verteidigung, 03. Dezember 2013 [Zugriff am: 15. November 2016]. Verfügbar unter: https://www.bundeswehr.de/portal/a/bwde/!ut/p/c4/NYyxDoJAEET_aO-OQo2dSKGtCUFszMJtcBPujiwLNH68R-FM8pqXGfMyuRFXHIA5RRzN07Q9n7sNus0ThGVUDuQZYWVPCaX_8AozRIYknT1TnBU6YhWkgd6FdYVp9te87IMk3akUITMHQU0CUxIdd7OIZAPsTWtdVbqj_cd9T_Xt2tTWHqp7-TBTCJcfjTC96w!!/

- SCHÄFER, N., 2007. *Herzlich willkommen im Bahnhof Hameln!* [online] Hameln: GWS Stadtwerke Hameln GmbH [Zugriff am: 04. Dezember 2016]. Verfügbar unter: <http://www.bahnhof-hameln.de/bahnhof.html>
- SCHEUTEN, F.-J., 2012. Die Optimierung der Nachbetriebsphase. In: *atw - International Journal for Nuclear Power*. Berlin: INFORUM Verlags- und Verwaltungsgesellschaft mbH, März 2012, **57**(3), 156-162
- SSK [STRAHLENSCHUTZKOMMISSION], 2007. *Leitfaden zur Information der Öffentlichkeit in kerntechnischen Notfällen: Empfehlung der Strahlenschutzkommission* [online]. Bonn: Strahlenschutzkommission, 06. Dezember 2007 [Zugriff am: 17. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2007/Leitfaden_InformationderOeffentlichkeit.pdf?__blob=publicationFile
- SSK [STRAHLENSCHUTZKOMMISSION], 2014. *Planungsgebiete für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernkraftwerken: Empfehlung der Strahlenschutzkommission* [online]. Bonn: Strahlenschutzkommission, 14. Februar 2014 [Zugriff am: 02. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2014/Planungsgebiete.pdf?__blob=publicationFile
- SSK [STRAHLENSCHUTZKOMMISSION], 2015a. *Rahmenempfehlungen für den Katastrophenschutz in der Umgebung kerntechnischer Anlagen: Empfehlung der Strahlenschutzkommission* [online]. Bonn: Strahlenschutzkommission, 20. Februar 2015 [Zugriff am: 02. November 2016]. Verfügbar unter: https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2015/Rahmenempfehlungen_Katastrophenschutz.pdf?__blob=publicationFile
- SSK [STRAHLENSCHUTZKOMMISSION], 2015b. *Weiterentwicklung des Notfallschutzes durch Umsetzen der Erfahrungen aus Fukushima: Empfehlung der Strahlenschutzkommission* [online]. Bonn: Strahlenschutzkommission, 20. Februar 2015 [Zugriff am: 11. November 2016]. Verfügbar unter: http://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse_PDF/2015/Weiterentwicklung_Notfallschutz_nachFukushima.pdf?__blob=publicationFile
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD. National Research Council, 2000. *Highway Capacity Manual*. Washington, DC: National Academy of Sciences. ISBN 0-309-06681-6

- UNIVERSITÄT STUTTGART, et al., 2013. *Gekoppelte Verkehrs- und Hydrauliksimulation zur Steuerung von Verkehr bei Evakuierungsmaßnahmen: Verbundabschlussbericht* [online]. Stuttgart: Universität Stuttgart [Zugriff am: 24. November 2016]. Verfügbar unter: <http://edok01.tib.uni-hannover.de/edoks/e01fb14/787969966.pdf>
- WALTER, H., et al., 2014. *Simulation potentieller Unfallszenarien für den Notfallschutz in der Umgebung von Kernkraftwerken mit RODOS*. Salzgitter: Bundesamt für Strahlenschutz, Dezember 2014
- WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT MINDEN, 2015a. *Weser* [online]. Minden: Wasser- und Schifffahrtsamt Minden, 26. November 2015 [Zugriff am: 04. Dezember 2016]. Verfügbar unter: <http://www.wsa-minden.de/wasserstrassen/weser/index.html>
- WASSER- UND SCHIFFFAHRTSAMT MINDEN, 2015b. *Aufteilung der Binnenflotte nach Bundesländer* [online]. Minden: Wasser- und Schifffahrtsamt Minden, 31. Dezember 2015 [Zugriff am: 04. Dezember 2016]. Verfügbar unter: <http://wsv.de/Schifffahrt/Statistik/zentr.Binnenschiffskartei/PDF/2015/Bundeslaender.pdf>
- WEBER, J., 2011. *Notfallplan zur Evakuierung der Bevölkerung innerhalb der saarländische Umgebung um das französische Kernkraftwerk Cattenom (Notfallplan-MZG-Evakuierung)* [online]. Merzig-Wadern: Landkreis Merzig-Wadern, Mai 2011 [Zugriff am: 27. November 2016]. Verfügbar unter: https://www.merzig-wadern.de/media/custom/697_7053_1.PDF?1309505381
- WIRTSCHAFTSVERBAND WESER E. V., 2011. *Stellungnahme zum 2. Bericht des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung an den Deutschen Bundestag zur Reform der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung* [online]. Bremen: Wirtschaftsverband Weser e. V., Mai 2011 [Zugriff am: 04. Dezember 2016]. Verfügbar unter: http://www.weser.de/uploads/media/Stellungnahme_Zweiter_Bericht_BMVBS_Wasserstrassennetz_-_Mai_2011.pdf
- WITZIG, W.F. und S.D. WEERAKKODY, 1987. Evacuation risks: Quantification and application to evacuation scenarios of nuclear power plants. In: *Nuclear Technology*. Elsevier, Juli 1987, **78**(1), 24-33. ISSN 0029-5450

WOLSHON, B., 2006. Evacuation Planning and Engineering for Hurricane Katrina.
In: *The Bridge: Linked Engineering and Society*. Washington DC: National
Academy of Engineering, Frühjahr 2006, **36**(1), 27-34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1-1: Atomkraftwerke in Betrieb und im dauerhaften Nichtleistungsbetrieb im deutschen Bundesgebiet und den angrenzenden Nachbarstaaten. Darstellung der verschiedenen Evakuierungszonen. Ohne Kraftwerke im Rückbau oder Endlager, etc. Stand: 10. Oktober 2016.....	2
Abbildung 1-2: INES-Klassifizierungsstufen	7
Abbildung 2-1: Evakuierungs- und Sperrzonen um Fukushima Daiichi mit Stand August 2011 (links) und September 2015 (rechts).....	18
Abbildung 4-1: Ausbreitung der radioaktiven Wolke über Deutschland und angenommene Sperrgebiete.....	24
Abbildung 4-2: Übersichtskarte der zu messenden Strahlenbelastung im Umkreis des KWG und eingezeichneter Mittelzone mit einem Radius von 20 km. Gebiete mit Überschreitung der Eingreifwerte für Evakuierungen sind in den Farben Orange, Rot, Magenta und Lila dargestellt.	25
Abbildung 4-3: Ausbreitung der radioaktiven Wolke über Deutschland und angenommene Sperrgebiete.....	29
Abbildung 4-4: Übersichtskarte der zu messenden Strahlenbelastung im Umkreis des KKP-2 und eingezeichneter Mittelzone mit einem Radius von 20 km. Gebiete mit Überschreitung der Eingreifwerte für Evakuierungen sind in den Farben Orange, Rot, Magenta und Lila dargestellt.	30
Abbildung 5-1: Kreislauf des Katastrophenmanagements	47
Abbildung 5-2: Darstellung der Planungsgebiete und Evakuierungszonen inklusive Sektoreneinteilung.....	54
Abbildung 5-3: Übersicht über Verkehrsinfrastruktur im angenommenen Szenario 1; abgebildeter Kreis: 20 km-Mittelzone	60
Abbildung 5-4: Kapazitätswirkung von Sicherheitsabständen auf den Fahrbetrieb ..	61
Abbildung 5-5: Übersicht über Verkehrsinfrastruktur im angenommenen Szenario 1; abgebildeter Kreis: 20 km-Mittelzone	88
Abbildung 5-6: Übersicht über Verkehrsinfrastruktur im angenommenen Szenario 2; abgebildeter Kreis: 20 km-Mittelzone	90
Abbildung 5-7: Mögliche schienengebundene Evakuierungsrouten vom Bahnhof Hameln nach Hannover Hauptbahnhof (rote Wegmarkierung)	93
Abbildung 5-8: Zugfahrt von Hameln Bf. (links) nach Hildesheim Hbf. (rechts)	94

Abbildung 5-9: Exemplarische Darstellung von Bahnhöfe (rote Markierungen) sowie Schienen (grün) im Großraum Grohnde (KWG mit grauer Markierung dargestellt).....	94
Abbildung 5-10: Sternförmige Evakuierungsrouten in Richtung der nördlichen Aufnahmegebiete (Zuglinien in grün dargestellt).....	95
Abbildung 5-11: Bushaltestellen in Bad Pyrmont (Kraftwerk Grohnde bei roter Markierung)	96
Abbildung 5-12: Zugverbindung zwischen Philippsburg und München Hauptbahnhof (rechts unten als rote Markierung).....	97
Abbildung 5-13: Gewässerverlauf der Weser durch die BRD	99
Abbildung 5-14: Karte Stichkanäle in der nördlichen Bundesrepublik.....	100
Abbildung 5-15: Wassergebundene Evakuierungsrouten entlang des Rheines im Bereich des Kernkraftwerkes Philippsburg 2.....	101
Abbildung A-1: Allgemeine Beschreibung der INES-Klassifizierungsstufen	ii
Abbildung A-2: Übersichtskarte deutscher Flughäfen	iii
Abbildung A-3: Übersichtskarte der wichtigsten Standorte mit charakteristischer Luftwaffenpräsenz. Stand: 09. Januar 2014.....	iv
Abbildung B-1: Angenommene Sperrgebiete. Das angenommene vorläufige Sperrgebiet (48 Stunden) ist als gelbe Fläche dargestellt, das angenommene langfristige Sperrgebiet (mindestens 1 Jahr) als rote Ellipse.	v
Abbildung B-2: Angenommene Sperrgebiete. Das angenommene vorläufige Sperrgebiet (48 Stunden) ist als gelbe Fläche dargestellt, das angenommene langfristige Sperrgebiet (mindestens 1 Jahr) als rote Ellipse.	vi

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4-1: Charakteristische Ereignisse des für FKA gewählten Unfallablaufs.....	21
Tabelle 5-1: Kapazitäten [Kfz/h] auf Autobahnstrecken nach HBS FGSV	58

Anhang

Anhang A – Allgemeines Material

Anhang A.1 – Allgemeine Beschreibung der INES-Klassifizierungsstufen

INES

THE INTERNATIONAL NUCLEAR AND RADIOLOGICAL EVENT SCALE

GENERAL DESCRIPTION OF INES LEVELS			
INES Level	People and Environment	Radiological Barriers and Control	Defence-in-Depth
Major Accident Level 7	<ul style="list-style-type: none"> Major release of radioactive material with widespread health and environmental effects requiring implementation of planned and extended countermeasures. 		
Serious Accident Level 6	<ul style="list-style-type: none"> Significant release of radioactive material likely to require implementation of planned countermeasures. 		
Accident with Wider Consequences Level 5	<ul style="list-style-type: none"> Limited release of radioactive material likely to require implementation of some planned countermeasures. Several deaths from radiation. 	<ul style="list-style-type: none"> Severe damage to reactor core. Release of large quantities of radioactive material within an installation with a high probability of significant public exposure. This could arise from a major criticality accident or fire. 	
Accident with Local Consequences Level 4	<ul style="list-style-type: none"> Minor release of radioactive material unlikely to result in implementation of planned countermeasures other than local food controls. At least one death from radiation. 	<ul style="list-style-type: none"> Fuel melt or damage to fuel resulting in more than 0.1% release of core inventory. Release of significant quantities of radioactive material within an installation with a high probability of significant public exposure. 	
Serious Incident Level 3	<ul style="list-style-type: none"> Exposure in excess of ten times the statutory annual limit for workers. Non-lethal deterministic health effect (e.g., burns) from radiation. 	<ul style="list-style-type: none"> Exposure rates of more than 1 Sv/h in an operating area. Severe contamination in an area not expected by design, with a low probability of significant public exposure. 	<ul style="list-style-type: none"> Near accident at a nuclear power plant with no safety provisions remaining. Lost or stolen highly radioactive sealed source. Misdelivered highly radioactive sealed source without adequate procedures in place to handle it.
Incident Level 2	<ul style="list-style-type: none"> Exposure of a member of the public in excess of 10 mSv. Exposure of a worker in excess of the statutory annual limits. 	<ul style="list-style-type: none"> Radiation levels in an operating area of more than 50 mSv/h. Significant contamination within the facility into an area not expected by design. 	<ul style="list-style-type: none"> Significant failures in safety provisions but with no actual consequences. Found highly radioactive sealed orphan source, device or transport package with safety provisions intact. Inadequate packaging of a highly radioactive sealed source.
Anomaly Level 1			<ul style="list-style-type: none"> Overexposure of a member of the public in excess of statutory annual limits. Minor problems with safety components with significant defence-in-depth remaining. Low activity lost or stolen radioactive source, device or transport package.
NO SAFETY SIGNIFICANCE (Below Scale/Level 0)			

Abbildung A-1: Allgemeine Beschreibung der INES-Klassifizierungsstufen

Quelle: IAEA 2016

Anhang A.2 – Übersichtskarte deutscher Flughäfen



Bundesamt für
Kartographie und Geodäsie

Übersichtskarte Deutschland - Flughäfen in Deutschland -



Ausgabe April 2013

Das Kartenthema wurde aus der Datenbasis
"Digitales Landschaftsmodell 1 : 250 000 (DLM250)"
in Kombination mit den Produkten DGM200, VG2500
und zusätzlichen Informationen abgeleitet.
In unserem Downloadbereich finden Sie noch mehr
kostenlose Karten und Informationsmaterialien.

Maßstab



1 : 2 500 000 bei Ausdruck auf DIN A3



www.bkg.bund.de

© Bundesamt für Kartographie und Geodäsie, Frankfurt am Main (2013)
Vervielfältigung, Verbreitung und öffentliche Zugänglichmachung,
auch auszugsweise, ist ausdrücklich gestattet.
Lambert winkeltreue Kegelabbildung Ellipsoid WGS84, Datum WGS84

Abbildung A-2: Übersichtskarte deutscher Flughäfen

Quelle: https://www.bkg.bund.de/SharedDocs/Downloads/BKG/DE/Downloads-Karten/Downloads-Wussten-Sie-Schon/Deutschlandkarte-Flughafen-2013.pdf?__blob=publicationFile&v=1

Anhang A.3 – Übersichtskarte der wichtigsten Standorte mit charakteristischer Luftwaffenpräsenz



Abbildung A-3: Übersichtskarte der wichtigsten Standorte mit charakteristischer Luftwaffenpräsenz.
Stand: 09. Januar 2014

[illegible]

Anhang B – Szenario

Anhang B.1 – Szenario 1: Ländlicher Raum, Sommer

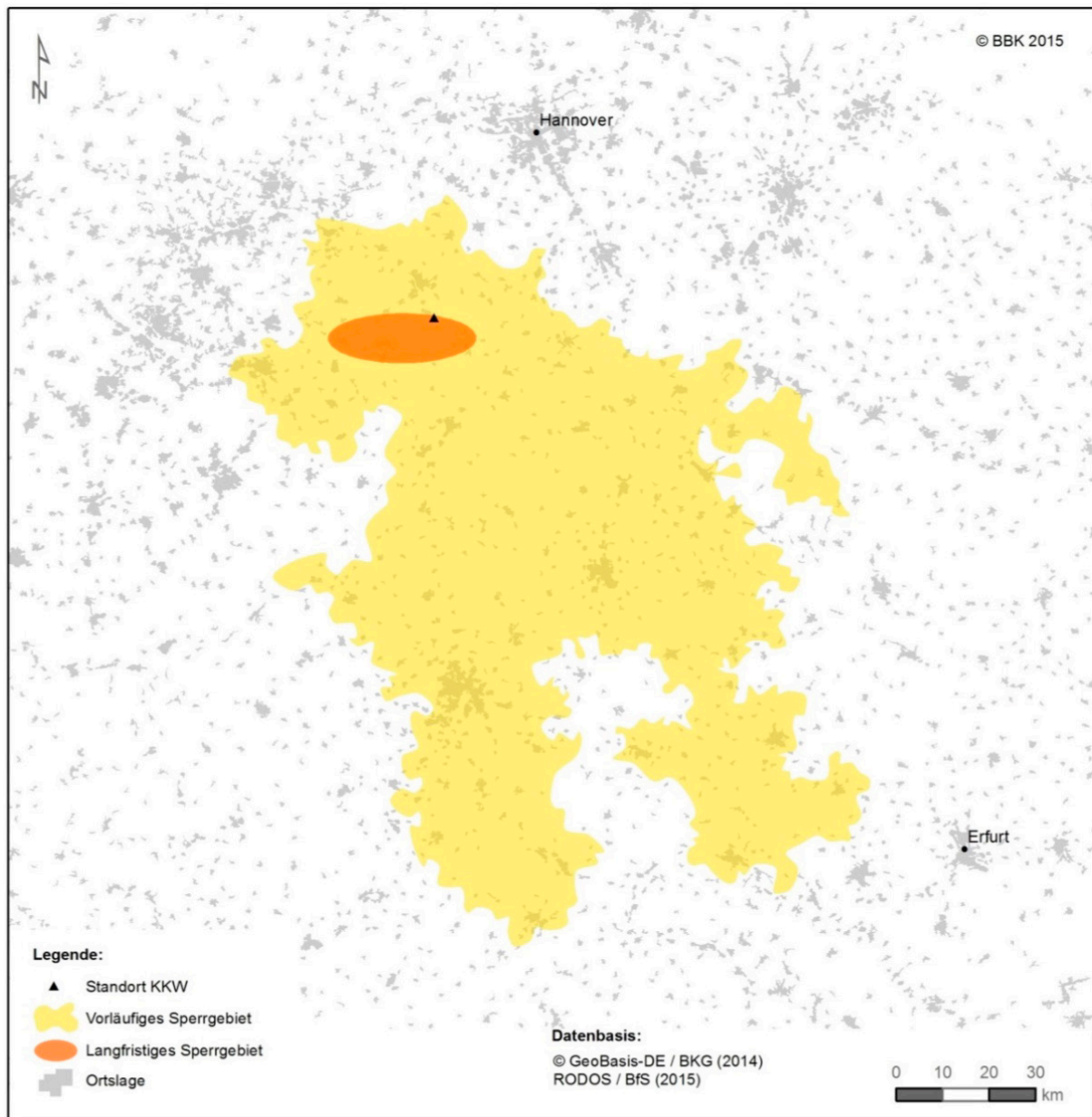


Abbildung B-1: Angenommene Sperrgebiete. Das angenommene vorläufige Sperrgebiet (48 Stunden) ist als gelbe Fläche dargestellt, das angenommene langfristige Sperrgebiet (mindestens 1 Jahr) als rote Ellipse.

Quelle: Deutscher Bundestag 2016, 85

Anhang B.2 – Szenario 2: Urbaner Raum, Winter

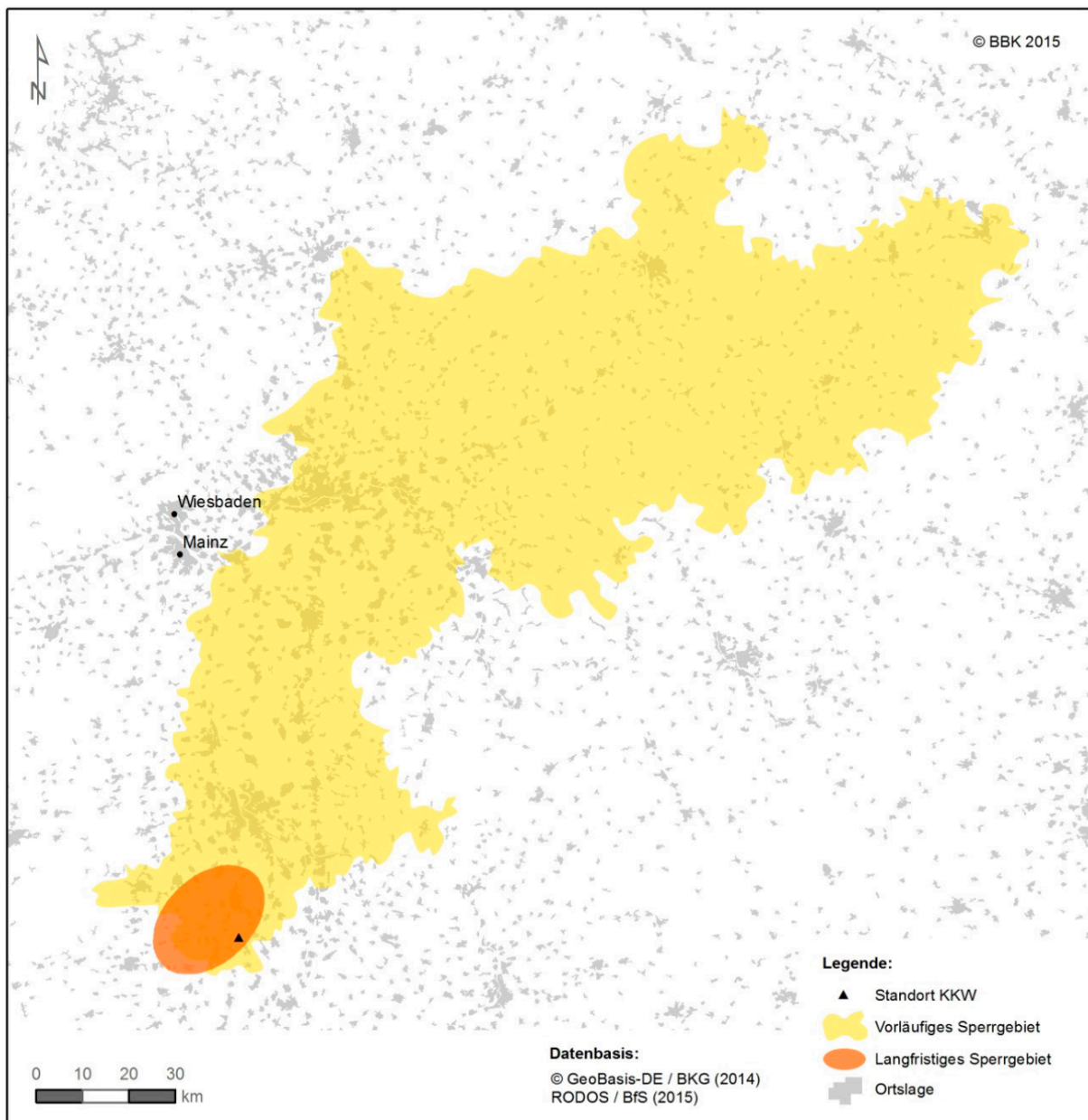


Abbildung B-2: Angenommene Sperrgebiete. Das angenommene vorläufige Sperrgebiet (48 Stunden) ist als gelbe Fläche dargestellt, das angenommene langfristige Sperrgebiet (mindestens 1 Jahr) als rote Ellipse.

Quelle: Deutscher Bundestag 2016, 165

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die Hausarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe, alle Ausführungen, die anderen Schriften wörtlich oder sinngemäß entnommen wurden, kenntlich gemacht sind und die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht Bestandteil einer Studien- oder Prüfungsleistung war.

Köln, 08. Dezember 2016

Ort, Datum



Unterschrift Dirks

Köln, 08. Dezember 2016

Ort, Datum



Unterschrift Pfaff